

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-183427

[ST.10/C]:

[JP2002-183427]

出 願 人

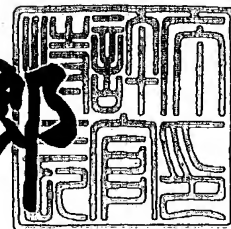
Applicant(s):

シャープ株式会社

2003年 4月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



特 2 0 0 2 - 1 8 3 4 2 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 02J00317
【提出日】 平成14年 6月24日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 久保 真澄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 荻島 清志

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

特 2 0 0 2 - 1 8 3 4 2 7

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208453

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた液晶層とを有し、

前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた第 1 電極と、前記第 2 基板に設けられ前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2 電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第 1 電極は、第 1 方向に沿って配置された複数の単位中実部を有し、前記液晶層は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されたときに、前記第 1 電極の前記複数の単位中実部の周辺に生成される斜め電界によって、前記複数の単位中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する、液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域は、前記第 1 方向とは異なる第 2 方向に沿った複数の行および前記第 1 方向に沿った複数の列からなるマトリクス状に配列されており、

1 フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の第 1 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第 1 絵素領域と同じ行に属し、前記第 1 絵素領域に隣接した列に属する第 2 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる、液晶表示装置。

【請求項 2】 前記複数の絵素領域は、前記第 1 方向に沿って長手方向が規定され、前記第 2 方向に沿って短手方向が規定される形状を有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 1 フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の 1 列に属する複数の絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、 n (n は 1 以上の整数) 行ごとに反転される請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 1 フレーム内で、前記第 1 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第 1 絵素領域と同じ列に属し、前記第 1 絵素領域に

隣接した行に属する第 3 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記複数の単位中実部のそれぞれは略円形である、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記複数の単位中実部のそれぞれは、角部が略円弧状の略矩形である請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記複数の単位中実部のそれぞれは、角部が鋭角化された形状を有する、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 2 基板は、前記複数の液晶ドメインの少なくとも 1 つの液晶ドメインに対応する領域に、前記少なくとも 1 つの液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記配向規制構造は、前記少なくとも 1 つの液晶ドメインの中央付近に対応する領域に設けられている、請求項 9 に記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記配向規制構造は、電圧無印加状態においても、液晶分子を放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する、請求項 9 または 10 に記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た第 1 凸部である、請求項 11 に記載の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た前記第 1 凸部によって前記液晶層の厚さが規定される、請求項 12 に記載の液晶表示装置。

【請求項 14】 前記第 1 基板は、前記第 1 電極と重ならない複数の開口領域を有し、

前記液晶層は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されたときに、前記斜め電界によって、前記複数の開口領域に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数のさらなる液晶ドメインを形成する、請求項 1 から 13 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 1 5】 前記複数の開口領域の少なくとも一部の開口領域は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された複数の単位格子を形成する、請求項 1 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 6】 前記複数の開口領域の前記少なくとも一部の開口領域のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項 1 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 7】 前記複数の開口領域の前記少なくとも一部の開口領域のそれぞれは略円形である請求項 1 5 または 1 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 8】 前記第 1 基板の前記複数の開口領域のそれぞれの内側に第 2 凸部をさらに備え、前記第 2 凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する、請求項 1 4 から 1 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 1 9】 前記第 1 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、

前記第 1 電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第 2 電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも 1 つの対向電極である請求項 1 から 1 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視野角特性を有し、高表示品位の表示を行う液晶表示装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、パーソナルコンピュータのディスプレイや携帯情報端末機器の表示部に用いられる表示装置として、薄型軽量の液晶表示装置が利用されている。しかしながら、従来のツイストネマチック型（TN 型）、スーパーツイストネマチック型（STN 型）液晶表示装置は、視野角が狭いという欠点を有しており、それを解決するために様々な技術開発が行われている。

【 0 0 0 3 】

TN型やSTN型の液晶表示装置の視野角特性を改善するための代表的な技術として、光学補償板を付加する方式がある。他の方式として、基板の表面に対して水平方向の電界を液晶層に印加する横電界方式がある。この横電界方式の液晶表示装置は、近年量産化され、注目されている。また、他の技術としては、液晶材料として負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料を用い、配向膜として垂直配向膜を用いるDAP(deformation of vertical aligned phase)がある。これは、電圧制御複屈折(ECB:electrically controlled birefringence)方式の一つであり、液晶分子の複屈折性を利用して透過率を制御する。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、横電界方式は広視野角化技術として有効な方式の1つではあるものの、製造プロセスにおいて、通常のTN型に比べて生産マージンが著しく狭いため、安定な生産が困難であるという問題がある。これは、基板間のギャップむらや液晶分子の配向軸に対する偏光板の透過軸（偏光軸）方向のずれが、表示輝度やコントラスト比に大きく影響するためであり、これらを高精度に制御して、安定な生産を行うためには、さらなる技術開発が必要である。

【 0 0 0 5 】

また、DAP方式の液晶表示装置で表示ムラの無い均一な表示を行うためには、配向制御を行う必要がある。配向制御の方法としては、配向膜の表面をラビングすることにより配向処理する方法がある。しかしながら、垂直配向膜にラビング処理を施すと、表示画像中にラビング筋が発生しやすく量産には適していない。

【 0 0 0 6 】

そこで、本願発明者の一部は他の者とともに、ラビング処理を行わずに配向制御を行う方法として、液晶層を介して対向する一対の電極の一方を、下層電極と、開口部を有する上層電極と、これらの間に設けられた誘電体層とからなる2層構造電極とし、上層電極の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、液晶分子の配向方向を制御する方法を提案している（例えば、特開2002-55

3 4 3 号公報)。この方法によると、液晶分子の配向の連続性が十分な安定した配向状態を絵素の全体に亘って得ることができるので、広視野角化および高品位の表示が実現される。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、近年では、液晶表示装置には、広視野角化や高表示品位だけでなく、より明るい表示を行うためのいっそうの高開口率化も要求されており、斜め電界を用いて配向規制を行う場合に開口率をより向上させるための具体的な手法は確立されていない。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な液晶表示装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明による液晶表示装置は、第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた液晶層とを有し、前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた第 1 電極と、前記第 2 基板に設けられ前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2 電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第 1 電極は、第 1 方向に沿って配置された複数の単位中実部を有し、前記液晶層は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されたときに、前記第 1 電極の前記複数の単位中実部の周辺に生成される斜め電界によって、前記複数の単位中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する、液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域は、前記第 1 方向とは異なる第 2 方向に沿った複数の行および前記第 1 方向に沿った複数の列からなるマトリクス状に配列されており、1 フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の第 1 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第 1 絵素領域と同じ行に属し、前記第 1 絵素領域に隣接した列に属する第 2 絵素領域において前記液晶層に印加

される電圧の極性と異なる構成を有しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0010】

前記複数の絵素領域は、前記第1方向に沿って長手方向が規定され、前記第2方向に沿って短手方向が規定される形状を有してもよい。

【0011】

1フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の1列に属する複数の絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、 n (n は1以上の整数) 行ごとに反転されることが好ましい。

【0012】

1フレーム内で、前記第1絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第1絵素領域と同じ列に属し、前記第1絵素領域に隣接した行に属する第3絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる構成を有してもよい。

【0013】

前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。例えば、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は略円形であってもよいし、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、角部が略円弧状の略矩形であってもよい。あるいは、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、角部が鋭角化された形状を有してもよい。

【0014】

前記第2基板は、前記複数の液晶ドメインの少なくとも1つの液晶ドメインに対応する領域に、前記少なくとも1つの液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有してもよい。

【0015】

前記配向規制構造は、前記複数の液晶ドメインのそれぞれに対応する領域に設けられていることが好ましい。

【0016】

前記配向規制構造は、前記少なくとも1つの液晶ドメインの中央付近に対応する領域に設けられていることが好ましい。

【0017】

前記少なくとも1つの液晶ドメイン内において、前記配向規制構造による配向規制方向は、前記第1電極の前記複数の単位中実部の周辺に生成される斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合することが好ましい。

【0018】

前記配向規制構造は、電圧無印加状態においても、液晶分子を放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する構成としてもよい。例えば、前記配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に突き出た第1凸部としてもよく、前記第2基板の前記液晶層側に突き出た前記第1凸部によって前記液晶層の厚さが規定される構成としてもよい。前記第1凸部は、前記第2基板の基板面と90°未満の角をなす側面を有することが好ましい。あるいは、前記配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む構成としてもよい。

【0019】

前記配向規制構造は、電圧印加状態においてのみ、液晶分子を放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する構成としてもよい。例えば、前記配向規制構造は、前記第2電極に設けられた開口部を含む構成としてもよい。

【0020】

前記第1基板は、前記第1電極と重ならない複数の開口領域を有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記斜め電界によって、前記複数の開口領域に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数のさらなる液晶ドメインを形成することが好ましい。

【0021】

前記複数の開口領域の少なくとも一部の開口領域は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された複数の単位格子を形成する好ましい。また、前記複数の開口領域の前記少なくとも一部の開口領域のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

【0022】

前記複数の開口領域の前記少なくとも一部の開口領域のそれぞれは略円形である構成としてもよい。

【 0 0 2 3 】

前記第 1 基板の前記複数の開口領域のそれぞれの内側に第 2 凸部をさらに備え、前記第 2 凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するように構成してもよい。

【 0 0 2 4 】

前記第 1 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、前記第 1 電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第 2 電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも 1 つの対向電極である構成を採用することができる。対向電極は、典型的には、表示領域全体に亘る単一の電極として形成される。

【 0 0 2 5 】

以下、本発明の作用を説明する。

【 0 0 2 6 】

本発明の液晶表示装置においては、絵素領域の液晶層に電圧を印加する一对の電極の内の一方が、所定の方向（以下、「第 1 方向」と称する。）に沿って配置された複数の単位中実部を有している。液晶層は、電圧無印加状態において垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態においては、電極が有する複数の単位中実部の周辺に生成される斜め電界によって、放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する。すなわち、一对の電極間に電圧を印加したときに、複数の単位中実部の周辺に斜め電界を生成し、放射状傾斜配向をとる複数の液晶ドメインを形成するように、一方の電極の外形が規定されている。液晶層は、典型的には、負の誘電異方性を有する液晶材料からなり、その両側に設けられた垂直配向膜によって配向規制されている。

【 0 0 2 7 】

この斜め電界によって形成される液晶ドメインは、単位中実部に対応する領域に形成され、液晶ドメインの配向状態が電圧に応じて変化することによって表示

を行う。それぞれの液晶ドメインは放射状傾斜配向をとり、軸対称配向をとるので、表示品位の視角依存性が小さく、広視角特性を有する。

【 0 0 2 8 】

なお、電極の内で導電膜が存在する部分を中実部と称し、中実部の内で1つの液晶ドメインを形成する電界を発生する部分を「単位中実部」と称する。中実部は、典型的には、連続した導電膜から形成されている。

【 0 0 2 9 】

本発明の液晶表示装置においては、絵素電極は、サブ絵素電極として複数の単位中実部を有しているので、絵素領域の形状や大きさなどに応じて絵素領域内に複数の単位中実部を適宜配置することによって、絵素領域の形状や大きさなどによる制約を受けることなく、絵素領域内に安定な放射状傾斜配向状態を実現することができる。

【 0 0 3 0 】

また、各絵素領域内で、複数の単位中実部は、所定の方角に沿って配置、すなわち、1列に配列されているので、2列以上に配列されている場合に比べて、絵素領域内での単位中実部の面積比率を高くして開口率を向上することができる。

【 0 0 3 1 】

複数の絵素領域は、上述した第1方角とは異なる第2方角に沿った複数の行および第1方角に沿った複数の列からなるマトリクス状に配列されている。本発明による液晶表示装置においては、1フレーム内で、複数の絵素領域のうちの任意の第1絵素において液晶層に印加される電圧の極性が、第1絵素と同じ行に属し、第1絵素に隣接した列に属する第2絵素において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる。すなわち、すべての絵素に書き込みが行われる期間（1フレーム）内で、行方角（第2方角）に隣接した絵素が反転駆動される。

【 0 0 3 2 】

そのため、行方角に隣接した絵素を反転駆動しない場合に比べて、行方角に隣接した絵素間に急峻な電位勾配を有する斜め電界を発生させることができる。従って、行方角に隣接した絵素の電極間距離が短い、開口率が高い構成を採用しても、十分に安定な放射状傾斜配向を形成することができる。

【0033】

絵素領域は、典型的には、上述の第1方向（単位中実部の配列方向）に沿って長手方向が規定され、第2方向に沿って短手方向が規定される形状を有している。絵素領域がこのような形状を有していると、効果的に開口率を向上することができる。絵素領域は、例えば、第1方向に沿った長辺と第2方向に沿った短辺とを有する略長方形形状である。

【0034】

1フレーム内で、行方向に沿って隣接した絵素を反転駆動するとともに、列方向に沿って絵素を n （ n は1以上の整数）行ごとに反転駆動すると、すなわち、複数の絵素領域のうちの任意の1列に属する複数の絵素領域において液晶層に印加される電圧の極性が、 n （ n は1以上の整数）行ごとに反転されると、フリッカを抑制できる。

【0035】

特に、列方向に沿って絵素を1行ごとに反転駆動すると、すなわち、1フレーム内で、複数の絵素領域のうちの任意の第1絵素領域において液晶層に印加される電圧の極性が、第1絵素領域と同じ列に属し、第1絵素領域に隣接した行に属する第3絵素領域において液晶層に印加される電圧の極性と異なると、列方向に隣接した絵素間にも急峻な電位勾配を有する斜め電界を発生させることができるので、列方向に隣接した絵素の電極間距離を短くすることができ、さらなる開口率の向上を図ることができる。

【0036】

複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。単位中実部の形状が回転対称性を有すると、形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向も回転対称性を有する配向、すなわち、軸対称配向となり、視角特性が向上する。

【0037】

複数の単位中実部のそれぞれが略円形、あるいは略楕円形であると、放射状傾斜配向状態の液晶分子の配向の連続性が高くなるので、配向安定性が向上する。

【0038】

これに対して、複数の単位中実部のそれぞれが略矩形であると、絵素領域内での単位中実部の面積比率（実効開口率）が高くなるので、液晶層の電圧に対する光学特性（例えば透過率）が向上する。

【 0 0 3 9 】

また、複数の単位中実部のそれぞれが、角部が略円弧状の略矩形であると、配向安定性および光学特性の両方を高くすることができる。

【 0 0 4 0 】

さらに、複数の単位中実部のそれぞれが、角部が鋭角化された形状を有すると、斜め電界を生成する電極の辺がより多く形成されるので、より多くの液晶分子に斜め電界を作用させることができる。そのため、応答速度が向上する。

【 0 0 4 1 】

他方の基板、すなわち、単位中実部を有する電極を備えた基板に対向する基板が、複数の液晶ドメインの少なくとも1つの液晶ドメインに対応する領域に、少なくとも1つの液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有していると、少なくとも電圧印加状態においては、単位中実部を有する電極とこの配向規制構造とによる配向規制力が液晶ドメイン内の液晶分子に作用するので、液晶ドメインの放射状傾斜配向がより安定化され、液晶層への応力印加による表示品位の低下（例えば残像減少の発生）が抑制される。

【 0 0 4 2 】

配向規制構造を、複数の液晶ドメインのそれぞれに対応する領域に設けると、全ての液晶ドメインの放射状傾斜配向を安定化することができる。

【 0 0 4 3 】

配向規制構造を、配向規制構造によって形成される放射状傾斜配向をとる液晶ドメインの中央付近に対応する領域に設けることによって、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができるので、放射状傾斜配向の応力に対する耐性が効果的に向上する。

【 0 0 4 4 】

配向規制構造による配向規制方向を、単位中実部の周辺に生成される斜め電界

による放射状傾斜配向の方向と整合するように設定すると、配向の連続性および安定性が増し、表示品位および応答特性が向上する。

【0045】

配向規制構造は、少なくとも電圧印加状態において配向規制力を発揮すれば配向を安定化する効果が得られるが、電圧無印加状態においても配向規制力を発揮する構成を採用すると、印加電圧の大きさに関わらず配向を安定化できる利点を得られる。但し、電圧無印加状態において液晶分子が基板面に対して実質的に垂直に配向する垂直配向型の液晶層を用いるので、電圧無印加状態においても配向規制力を発現する配向規制構造を用いると、表示品位の低下を伴うことになる。しかし、後述するように、配向規制構造の配向規制力は比較的弱くても効果を奏するので、絵素の大きさに比べて小さな構造でも十分に配向を安定化することが可能であり、電圧無印加時の表示品位の低下が実質的に問題にならないこともある。液晶表示装置の用途（例えば、外部から印加される応力の大きさ）や電極の構成（単位中実部を有する電極による配向規制力の強さ）によっては、比較的強い配向規制力を発現する配向規制構造を設ける場合がある。このような場合には、配向規制構造による表示品位の低下を抑制するために、遮光層を設けてもよい。配向規制構造は、単位中実部を有する電極による配向規制力よりも弱い配向規制力を発現するだけでよいので、種々の構造を用いて実現することができる。

【0046】

他方の基板に設けられる配向規制構造は、例えば、基板の液晶層側に突き出た凸部であり、または、基板の液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む構成としてもよい。あるいは、配向規制構造は、電極に設けた開口部であってもよい。これらは公知の方法で製造することができる。

【0047】

単位中実部を有する電極を備えた基板は、典型的には、電極に重ならない（電極の導電膜が形成されていない）複数の開口領域を有している。この開口領域にも、放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインが形成される構成を採用してもよい。

【0048】

開口領域に形成される液晶ドメインおよび単位中実部に形成される液晶ドメインは、開口領域のエッジ部（単位中実部の周辺）に生成される斜め電界によって形成されるので、これらは互いに隣接して交互に形成され、且つ、隣接する液晶ドメイン間の液晶分子の配向は本質的に連続である。従って、開口領域に形成される液晶ドメインと単位中実部に形成される液晶ドメインとの間にはディスクリネーションラインは生成されず、それによる表示品位の低下もなく、液晶分子の配向の安定性も高い。

【 0 0 4 9 】

電極の単位中実部に対応する領域だけでなく、開口領域に対応する領域にも、液晶分子が放射状傾斜配向をとると、液晶分子の配向の連続性が高く、安定した配向状態が実現され、ざらつきのない均一な表示が得られる。特に、良好な応答特性（速い応答速度）を実現するために、液晶分子の配向を制御するための斜め電界を多くの液晶分子に作用させる必要があり、そのためには、開口領域（エッジ部）を多く形成する必要がある。開口領域に対応して、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが形成されると、応答特性を改善するために開口領域を多く形成しても、それに伴う表示品位の低下（ざらつきの発生）を抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

複数の開口領域の少なくとも一部の開口領域が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。

【 0 0 5 1 】

複数の開口領域の少なくとも一部の開口領域（典型的には単位格子を形成する開口部）のそれぞれの形状を回転対称性を有する形状とすることによって、開口領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。例えば、それぞれの開口領域の形状（基板法線方向から見たときの形状）を円形や正多角形（例えば正方形）とする。なお、絵素の形状（縦横比）等に応じて

、回転対称性を有しない形状（例えば楕円）等の形状としてもよい。

【0052】

開口領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向を安定化させるためには、開口領域に形成される液晶ドメインは略円形であることが好ましい。逆にいうと、開口領域に形成される液晶ドメインが略円形となるように、開口領域の形状を設計すればよい。

【0053】

上述したように、液晶ドメインが、開口領域および単位中実部の両方に形成されるときには、形成される液晶ドメインのそれぞれに対応して他方の基板に配向規制構造を設けることによって、全ての液晶ドメインの放射状傾斜配向を安定化することができるが、単位中実部に対応して形成される液晶ドメインに対してのみ配向規制構造を設けても、実用上十分な安定性（耐応力性）を得ることができる。

【0054】

特に、電極の単位中実部に形成される放射状傾斜配向と整合するような配向規制力を発現する配向規制構造は、開口領域に形成される放射状傾斜配向と整合するような配向規制力を発現する配向規制構造よりも簡単なプロセスで形成することができるので、生産効率の観点から好ましい。また、このとき、配向規制構造を全ての単位中実部に対応して設けることが好ましいが、電極構造（単位中実部の数や配置）によっては、一部の単位中実部に対して設けるだけで、実用的な配向安定性が得られる場合もある。これは、本発明の液晶表示装置の液晶層に形成される放射状傾斜配向は本質的に連続しているからである。

【0055】

また、応力に対する耐性を向上するために、液晶層の液晶分子に対して、上述の斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する側面を備えた凸部を開口領域の内側に設けてもよい。この凸部の基板の面内方向の断面形状は、開口領域の形状と同じであり、上述した開口領域の形状と同様に、回転対称性を有することが好ましい。ただし、凸部の側面の配向規制力によって配向が規制される液晶分子は電圧に対して応答し難い（電圧によるリタデーションの変化が小

さい) ので、表示のコントラスト比を低下させる要因となる。従って、凸部の大きさ、高さや数は、表示品位を低下させないように設定することが好ましい。

【 0 0 5 6 】

本発明による液晶表示装置は、例えば、絵素領域毎に T F T などのスイッチング素子を備えるアクティブマトリクス型液晶表示装置であって、上述した開口部を有する電極は、スイッチング素子に接続された絵素電極であり、他方の電極は、複数の絵素電極に対向する少なくとも 1 つの対向電極である。

【 0 0 5 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 5 8 】

(実施形態 1)

まず、本発明の液晶表示装置が有する電極構造とその作用とを説明する。本発明による液晶表示装置は、優れた表示特性を有するので、アクティブマトリクス型液晶表示装置に好適に利用される。以下では、薄膜トランジスタ (T F T) を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置について、本発明の実施形態を説明する。本発明はこれに限られず、M I M を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置にも適用することができる。また、以下では、透過型液晶表示装置を例に本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限られず、反射型液晶表示装置や、さらに、後述する透過反射両用型液晶表示装置に適用することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶表示装置の領域を「絵素領域」と呼ぶ。カラー液晶表示装置においては、R, G, B の「絵素」が 1 つの「画素」に対応する。アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、絵素電極と絵素電極と対向する対向電極とが絵素領域を規定する。また、単純マトリクス型液晶表示装置においては、ストライプ状に設けられる列電極と列電極に直交するように設けられる行電極とが互いに交差するそれぞれの領域が絵素領域を規定する。なお、ブラックマトリクスが設けられる構成においては、厳密には、表示すべき状態に応じて電圧が印加される領域のうち、ブ

ラックマトリクス開口部に対応する領域が絵素領域に対応することになる。

【0060】

図1(a)および(b)を参照しながら、本発明による実施形態1の液晶表示装置100の3つの絵素領域P1、P2およびP3の構造を説明する。以下では、説明の簡単さのためにカラーフィルタやブラックマトリクスを省略する。また、以下の図面においては、液晶表示装置100の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明を省略する。図1(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図1(b)は図1(a)中の1B-1B'線に沿った断面図に相当する。図1(b)は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

【0061】

液晶表示装置100は、アクティブマトリクス基板（以下「TFT基板」と呼ぶ。）100aと、対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ）100bと、TFT基板100aと対向基板100bとの間に設けられた液晶層30とを有している。液晶層30の液晶分子30aは、負の誘電率異方性を有し、TFT基板100aおよび対向基板100bの液晶層30側の表面に設けられた垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）によって、液晶層30に電圧が印加されていないとき、図1(b)に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層30は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層30の液晶分子30aは、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面（基板の表面）の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸（「軸方位」とも言う。）が約85°以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

【0062】

液晶表示装置100のTFT基板100aは、透明基板（例えばガラス基板）11とその表面に形成された絵素電極14とを有している。対向基板100bは、透明基板（例えばガラス基板）21とその表面に形成された対向電極22とを有している。液晶層30を介して互いに対向するように配置された絵素電極14と対向電極22とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層30の配向

状態が変化する。液晶層 3 0 の配向状態の変化に伴い、液晶層 3 0 を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

【 0 0 6 3 】

TFT 基板 1 0 0 a は、導電膜（例えばITO膜）から形成される絵素電極 1 4 に重ならない（絵素電極 1 4 が設けられていない）複数の開口領域 1 5 を有している。

【 0 0 6 4 】

複数の開口領域 1 5 は、その中心が正方格子を形成するように配置されており、絵素電極 1 4 の一部 1 4 a は、1 つの単位格子を形成する 4 つの格子点上に中心が位置する 4 つの開口領域 1 5 によって実質的に囲まれている。複数の開口領域 1 5 によって囲まれた絵素電極 1 4 の一部 1 4 a を、「単位中実部」と称する。絵素電極 1 4 の中実部（導電膜が存在する部分）は、複数の単位中実部 1 4 a から構成されている。言い換えると、絵素電極 1 4 は、サブ絵素電極としての複数の単位中実部 1 4 a から構成されている。複数の単位中実部 1 4 a は、基本的には連続した単一の導電膜から形成されている。

【 0 0 6 5 】

複数の絵素領域は、マトリクス状に配列されている。従って、複数の絵素領域は、行方向およびそれに交差する列方向に周期的に配列されている。行方向および列方向を絵素（絵素領域）の「周期方向」とよぶ。典型的には、行方向と列方向とは互いに直交する。また、本実施形態では、それぞれの絵素領域（絵素）は、長辺と短辺とを有する略長方形の形状を有しているので、行方向および列方向とでそれぞれの周期（「絵素ピッチ」という）が異なる。

【 0 0 6 6 】

1 つの絵素領域内で、絵素電極 1 4 が有する複数の単位中実部 1 4 a は、周期方向のいずれかに沿って、一列に配列されている。ここでは、複数の単位中実部 1 4 a は、図 1（a）に示したように列方向 D 1 に沿って配列されており、図 1（a）では、行方向 D 2 に沿って隣接した 3 つの絵素領域 P 1、P 2 および P 3 を示している。

【 0 0 6 7 】

ここでは、単位中実部 1 4 a は、略円形の形状を有している。また、複数の開口領域 1 5 のそれぞれは、4 つの 4 分の 1 円弧状の辺（エッジ）を有し、且つ、その中心に 4 回回転軸を有する略星形である。1 つの開口領域 1 5 は、典型的には、隣接する複数の開口領域 1 5 のうちの少なくとも一部の開口領域 1 5 と連続している。

【 0 0 6 8 】

複数の開口領域 1 5 は、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。開口領域 1 5 によって形成される単位格子内に位置する単位中実部 1 4 a は略円形であり、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。1 つの絵素領域内で互いに隣接する単位中実部 1 4 a は互いに接続されており、実質的に単一の導電膜として機能する中実部（絵素電極 1 4）を構成している。

【 0 0 6 9 】

上述したような構成を有する絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧を印加すると、単位中実部 1 4 a の周辺（外周近傍）、すなわち、開口領域 1 5 のエッジ部に生成される斜め電界によって、それぞれが放射状傾斜配向を有する複数の液晶ドメインが形成される。液晶ドメインは、それぞれの開口領域 1 5 に対応する領域と、単位中実部 1 4 a に対応する領域とに、それぞれ 1 つずつ形成される。

【 0 0 7 0 】

なお、本実施形態では、図 2 に示すように、すべての絵素に書き込みが行われる期間（1 フレーム）内で、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素が反転駆動される。図 2 中の + が付された絵素領域 P 1 および P 3 の液晶層 3 0 には、- が付された絵素領域 P 2 の液晶層に印加される電圧とは異なる（逆の）極性の電圧が印加される。つまり、1 フレーム内で、ある絵素領域の液晶層 3 0 に印加される電圧の極性が、単位中実部 1 4 a の配列方向（列方向 D 1）に交差する方向（行方向 D 2）に沿ってこの絵素領域と隣接した絵素領域において液晶層 3 0 に印加される電圧の極性と異なる。

【 0 0 7 1 】

上述した斜め電界によって液晶ドメインが形成されるメカニズムを図 3（a）

および (b) を参照しながら説明する。図 3 (a) および (b) は、それぞれ図 1 (b) に示した液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示しており、図 3 (a) は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示しており、図 3 (b) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 3 (a) および (b) 中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

【 0 0 7 2 】

絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 とが同電位のとき (液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態) には、図 1 (a) に示したように、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対して垂直に配向している。

【 0 0 7 3 】

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 3 (a) に示した等電位線 E Q (電気力線と直交する) E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、単位中実部 1 4 a および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素領域の開口領域 1 5 に対応する領域で落ち込み、開口領域 1 5 のエッジ部 (開口領域 1 5 の境界 (外延) を含む開口領域 1 5 の内側周辺) E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。なお、本実施形態では、行方向 D 2 に沿って隣接した 2 つの絵素が反転駆動されるので、これらの絵素間に位置する開口領域 1 5 において等電位線 E Q は急激に落ち込み、これらの絵素に形成される等電位線 E Q は互いに連続しない。

【 0 0 7 4 】

負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a には、液晶分子 3 0 a の軸方位を等電位線 E Q に対して平行 (電気力線に対して垂直) に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 3 (a) 中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜 (回転) し、等電位線 E Q に平行に配向する。

【 0 0 7 5 】

ここで、図 4 (a) ~ (d) を参照しながら、液晶分子 3 0 a の配向の変化を詳細に説明する。

【 0 0 7 6 】

液晶層 3 0 に電界が生成されると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 3 0 a には、その軸方位を等電位線 E Q に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。図 4 (a) に示したように、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直な等電位線 E Q で表される電界が発生すると、液晶分子 3 0 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 3 0 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a と、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a とが混在する。その結果、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

【 0 0 7 7 】

図 3 (a) に示したように、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の開口領域 1 5 のエッジ部 E G において、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界（斜め電界）が発生すると、図 4 (b) に示したように、液晶分子 3 0 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 3 0 a は、図 4 (c) に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と同じ方向に傾斜する。図 4 (d) に示したように、等電位線 E Q が凹凸形状を形成する電界が印加されると、それぞれの傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a によって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a が配向する。なお、「等電位線 E Q 上に位置する」とは、「等電位線 E Q で表される電界内に位置する」ことを意味する。

【 0 0 7 8 】

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a から始ま

る配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 3 (b) に模式的に示した配向状態となる。開口領域 1 5 の中央付近に位置する液晶分子 3 0 a は、開口領域 1 5 の互いに対向する両側のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口領域 1 5 の中央から離れた領域の液晶分子 3 0 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口領域 1 5 の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。この配向状態は、液晶表示装置 1 0 0 の表示面に垂直な方向（基板 1 1 および 2 1 の表面に垂直な方向）からみると、液晶分子 3 0 a の軸方位が開口領域 1 5 の中心に関して放射状に配向した状態にある（不図示）。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1 つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層 3 0 の領域を液晶ドメインと称する。

【 0 0 7 9 】

開口領域 1 5 によって実質的に包囲された単位中実部 1 4 a に対応する領域においても、液晶分子 3 0 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。単位中実部 1 4 a に対応する領域の液晶分子 3 0 a は、開口領域 1 5 のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響を受け、単位中実部 1 4 a の中心 S A （開口領域 1 5 が形成する単位格子の中心に対応）に関して対称な放射状傾斜配向をとる。

【 0 0 8 0 】

単位中実部 1 4 a に形成される液晶ドメインにおける放射状傾斜配向と開口領域 1 5 に形成される放射状傾斜配向は連続しており、いずれも開口領域 1 5 のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向と整合するように配向している。開口領域 1 5 に形成された液晶ドメイン内の液晶分子 3 0 a は、上側（基板 1 0 0 b 側）が開いたコーン状に配向し、単位中実部 1 4 a に形成された液晶ドメイン内の液晶分子 3 0 a は下側（基板 1 0 0 a 側）が開いたコーン状に配向する。このように、開口領域 1 5 に形成される液晶ドメインおよび単位中実部 1 4 a に形成される液晶ドメインに形成される放射状傾斜配向は、互いに連続であるので、これらの境界にディスクリネーションライン（配向欠陥）が形成されることがなく、それ

によって、ディスクリネーションラインの発生による表示品位の低下は起こらない。

【0081】

なお、開口領域15の中央付近の液晶層30には十分な電圧が印加されず、開口領域15の中央付近の液晶層30が表示に寄与しない場合がある。すなわち、開口領域15の中央付近の液晶層30の放射状傾斜配向が多少乱れても（例えば、中心軸が開口領域15の中心からずれても）、表示品位が低下しないことがある。そのため、少なくとも単位中実部14aに対応して液晶ドメインが形成されれば、絵素領域内での液晶分子の連続性が得られ、広視角特性および高表示品位を得ることができる。

【0082】

液晶表示装置の表示品位の視角依存性を全方位において改善するためには、それぞれの絵素領域内において、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性を有することが好ましく、軸対称性を有することがさらに好ましい。そのため、絵素領域内で液晶ドメインを高い対称性を有するように配置することが好ましい。本実施形態では、複数の単位中実部14aは所定方向（列方向D1）に沿って一列に配列されており、回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されている。従って、単位中実部14aに対応して形成される液晶ドメインも、回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置される。

【0083】

図3（a）および（b）を参照しながら説明したように、本発明による液晶表示装置100の絵素電極14は、複数の開口領域15で囲まれた複数の単位中実部14aを有しており、絵素領域内の液晶層30内に、傾斜した領域を有する等電位線EQで表される電界を形成する。電圧無印加時に垂直配向状態にある液晶層30内の負の誘電異方性を有する液晶分子30aは、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aの配向変化をトリガーとして配向方向を変化し、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口領域15および単位中実部14aに形成される。液晶層に印加される電圧に応じて、この液晶ドメインの液晶分子

の配向が変化することによって、表示が行われる。

【0084】

本実施形態の液晶表示装置100の絵素電極14が有する単位中実部14aの形状（基板法線方向から見た形状）およびその配置と、液晶表示装置100のTFT基板100aが有する開口領域15の形状およびその配置とについて説明する。

【0085】

液晶表示装置の表示特性は、液晶分子の配向状態（光学的異方性）に起因して、方位角依存性を示す。表示特性の方位角依存性を低減するためには、液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることが好ましい。また、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることがさらに好ましい。

【0086】

従って、単位中実部14aは、単位中実部14aに対応して形成される液晶ドメインの液晶分子30aがすべての方位角に対して同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。具体的には、単位中実部14aの形状は、それぞれの中心（法線方向）を対称軸とする回転対称性（好ましくは2回回転軸以上の対称性）を有することが好ましい。

【0087】

また、開口領域15に対応して形成される液晶ドメインは、一部のみが絵素領域内に含まれ、表示に寄与するので、液晶ドメインの絵素領域内に含まれる部分（切片）を足し合わせたときに、切片の集合に含まれる液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることが好ましい。すなわち、液晶ドメインの切片が相補的に液晶ドメインを形成するように、開口領域15の形状および配置を設定することが好ましい。具体的には、開口領域15の形状は、回転対称性を有することが好ましく、開口領域15は回転対称性を有するように配置されることが好ましい。なお、開口領域15に形成される液晶ドメインは、絵素領域外に位置する部分も有しているため、厳密には、液晶ドメインの切片が相補的に液晶ドメインを形成するように開口領域15を配置することが困難なこともあるが、

液晶ドメインの切片の集合において、全ての方位角のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性（さらには軸対称性）を有していれば、表示特性の方位角依存性を十分に低減することができる。

【0088】

図1（a）に示したように、略円形の単位中実部14aを囲む略星形の開口領域15が正方格子状に配列された場合の液晶分子30aの配向状態を図5（a）～（c）を参照しながら説明する。

【0089】

図5（a）～（c）は、それぞれ、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を模式的に示している。図5（b）および（c）など、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を示す図において、楕円状に描かれた液晶分子30aの先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、絵素電極14が設けられている基板側に近いように、液晶分子30aが傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。ここでは、図1（a）に示した絵素領域の内の1つの単位格子（4つの開口領域15によって形成される）について説明する。図5（a）～（c）中の対角線に沿った断面は、図1（b）、図3（a）および（b）にそれぞれ対応し、これらの図を合わせて参照しながら説明する。

【0090】

絵素電極14および対向電極22が同電位るとき、すなわち液晶層30に電圧が印加されていない状態においては、TFT基板100aおよび対向基板100bの液晶層30側表面に設けられた垂直配向層（不図示）によって配向方向が規制されている液晶分子30aは、図5（a）に示したように、垂直配向状態を取る。

【0091】

液晶層30に電界を印加し、図3（a）に示した等電位線EQで表される電界が発生すると、負の誘電率異方性を有する液晶分子30aには、軸方位が等電位線EQに平行になるようなトルクが発生する。図4（a）および（b）を参照しながら説明したように、液晶分子30aの分子軸に対して垂直な等電位線EQで表される電場下の液晶分子30aは、液晶分子30aが傾斜（回転）する方向が一

義的に定まっていなかったため（図 4（a））、配向の変化（傾斜または回転）が容易に起こらないのに対し、液晶分子 30 a の分子軸に対して傾斜した等電位線 E Q 下に置かれた液晶分子 30 a は、傾斜（回転）方向が一義的に決まるので、配向の変化が容易に起こる。従って、図 5（b）に示したように、等電位線 E Q に対して液晶分子 30 a の分子軸が傾いている開口領域 15 のエッジ部から液晶分子 30 a が傾斜し始める。そして、図 4（c）を参照しながら説明したように、開口領域 15 のエッジ部の傾斜した液晶分子 30 a の配向と整合性をとるように周囲の液晶分子 30 a も傾斜し、図 5（c）に示したような状態で液晶分子 30 a の軸方位は安定する（放射状傾斜配向）。

【0092】

このように、開口領域 15 が回転対称性を有する形状であると、絵素領域内の液晶分子 30 a は、電圧印加時に、開口領域 15 のエッジ部から開口領域 15 の中心に向かって液晶分子 30 a が傾斜するので、エッジ部からの液晶分子 30 a の配向規制力が釣り合う開口領域 15 の中心付近の液晶分子 30 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 30 a が開口領域 15 の中心付近の液晶分子 30 a を中心に放射状に液晶分子 30 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

【0093】

また、正方格子状に配列された 4 つの略星形の開口領域 15 に包囲された略円形の単位中実部 14 a に対応する領域の液晶分子 30 a も、開口領域 15 のエッジ部に生成される斜め電界で傾斜した液晶分子 30 a の配向と整合するように傾斜する。エッジ部からの液晶分子 30 a の配向規制力が釣り合う単位中実部 14 a の中心付近の液晶分子 30 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 30 a が単位中実部 14 a の中心付近の液晶分子 30 a を中心に放射状に液晶分子 30 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

【0094】

このように、液晶分子 30 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが正方格子状に配列されると、それぞれの軸方位の液晶分子 30 a の存在確率が回転対称性を有することになり、あらゆる視角方向に対して、ざらつきのない高品位の表示

を実現することができる。放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、液晶ドメインが高い回転対称性（2回回転軸以上が好ましく、4回回転軸以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

【0095】

なお、液晶分子30aの放射状傾斜配向は、図6（a）に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、図6（b）および（c）に示したような、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。この渦巻き状配向は、通常のツイスト配向のように液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向方向が螺旋状に変化するのではなく、液晶分子30aの配向方向は微小領域でみると、液晶層30の厚さ方向に沿ってほとんど変化していない。すなわち、液晶層30の厚さ方向のどここの位置の断面（層面に平行な面内での断面）においても、図6（b）または（c）と同じ配向状態にあり、液晶層30の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、液晶ドメインの全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

【0096】

負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いると、電圧印加時に、液晶分子30aは、開口領域15および単位中実部14aを中心に、図6（b）および（c）に示した、左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に開口領域15内の液晶層30を渦巻き状放射状傾斜配向させることによって、放射状傾斜している液晶分子30aの、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向を全ての液晶ドメイン内で一定にすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層30に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

【0097】

また、多くのカイラル剤を添加すると、通常のツイスト配向のように、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化ようになる。液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化しない配向

状態では、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 3 0 a は、入射光に対して位相差を与えないための、この様な配向状態の領域を通過する入射光は透過率に寄与しない。これに対し、液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って液晶分子 3 0 a の配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 3 0 a も、入射光に対して位相差を与えるとともに、光の旋光性を利用することもできる。従って、この様な配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。

【 0 0 9 8 】

図 1 (a) では、単位中実部 1 4 a が略円形であり、略星形の開口領域 1 5 が正方格子状に配列された例を示したが、単位中実部 1 4 a の形状や開口領域 1 5 の形状および配置は、上記の例に限られない。

【 0 0 9 9 】

図 7 (a) および (b) に、開口領域 1 5 および単位中実部 1 4 a の形状が異なる液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B の上面図をそれぞれ示す。

【 0 1 0 0 】

図 7 (a) および (b) にそれぞれ示した液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B の開口領域 1 5 および単位中実部 1 4 a は、図 1 (a) に示した液晶表示装置 1 0 0 の開口領域 1 5 および単位中実部 1 4 a が若干ひずんだ形を有している。液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B の開口領域 1 5 および単位中実部 1 4 a は、2 回回転軸を有し (4 回回転軸は有しない)、長方形の単位格子を形成するように規則的に配列されている。開口領域 1 5 は、いずれも歪んだ星形を有し、単位中実部 1 4 a は、いずれも略楕円形 (歪んだ円形) を有している。図 7 (a) および (b) に示した液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B も、表示品位が高く、視角特性に優れている。

【 0 1 0 1 】

さらに、図 8 (a) および (b) にそれぞれ示すような液晶表示装置 1 0 0 C および 1 0 0 D も、表示品位が高く、視角特性に優れている。

【 0 1 0 2 】

液晶表示装置 1 0 0 C および 1 0 0 D においては、単位中実部 1 4 a が略正方形となるように、略十字の開口領域 1 5 が正方格子状に配置されている。勿論、これらを歪ませて、長方形の単位格子を形成するように配置してもよい。このように、略矩形（矩形は正方形と長方形を含むとする。）の単位中実部 1 4 a を規則正しく配列しても、表示品位が高い、視角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

【 0 1 0 3 】

但し、開口領域 1 5 および／または単位中実部 1 4 a の形状は、矩形よりも円形または楕円形の方が放射状傾斜配向を安定化できるので好ましい。これは、開口領域 1 5 の辺が連続的に（滑らかに）変化するので、液晶分子 3 0 a の配向方向も連続的に（滑らかに）変化するためと考えられる。

【 0 1 0 4 】

上述した液晶分子 3 0 a の配向方向の連続性の観点から、図 9 に示す液晶表示装置 1 0 0 E も考えられる。図 9 に示した液晶表示装置 1 0 0 E は、図 8 (b) に示した液晶表示装置 1 0 0 D の変形例で、開口領域 1 5 の単位中実部 1 4 a 側が円弧で形成されている。液晶表示装置 1 0 0 E が有する開口領域 1 5 ならびに単位中実部 1 4 a は、いずれも 4 回回転軸を有しており、且つ、正方格子状（4 回回転軸を有する）に配列されているが、図 7 (a) および (b) に示したように、開口領域 1 5 の単位中実部 1 4 a の形状を歪ませて 2 回回転軸を有する形状とし、長方形の格子（2 回回転軸を有する）を形成するように配置してもよい。

【 0 1 0 5 】

開口領域 1 5 に形成される液晶ドメインに印加される電圧は、単位中実部 1 4 a に形成される液晶ドメインに印加される電圧よりも低くなるので、例えば、ノーマリブラックモードの表示を行うと、開口領域 1 5 に形成された液晶ドメインは暗くなる。そのため、絵素領域内で、開口領域 1 5 の面積比率を低くして、単位中実部 1 4 a の面積比率を高くすることが好ましい。

【 0 1 0 6 】

本発明による液晶表示装置においては、絵素電極 1 4 は、複数の単位中実部 1 4 a を有しているので、絵素領域の形状や大きさなどに応じて絵素領域内に複数

の単位中実部14aを適宜配置することによって、絵素領域の形状や大きさなどによる制約を受けることなく、絵素領域内に安定な放射状傾斜配向状態を実現することができる。これに対して、絵素電極を一つの単位中実部のみから構成すると、絵素領域の形状や大きさなどによっては、安定な放射状傾斜配向が実現できないことがある。絵素電極を一つの単位中実部のみから構成すると、絵素領域が円形状や正形状である場合には問題ないが、例えば、カラー表示が可能な液晶表示装置のように絵素領域が縦横比の大きい長形状である場合には、単位中実部の形状を縦横比の大きな形状としなくてはならず、安定な放射状傾斜配向が実現できないことがある。また、例えば、絵素領域のサイズが大きい場合には、単位中実部のサイズを大きくしなくてはならず、単位中実部の周辺に形成される斜め電界のみでは安定な配向が得られないことがある。

【0107】

また、本発明による液晶表示装置では、図1(a)などに示したように、1つの絵素領域内で、複数の単位中実部14aが所定の方角に沿って配列（一列に配列）されているので、2列以上に配列されている場合に比べて、単位中実部14aの面積比率を高くし、絵素領域内での表示に寄与する領域の割合（実効開口率）を高くすることができる。この理由を図10を参照しながら説明する。

【0108】

図10に示すように、液晶表示装置100Eは、行方向D2に沿って平行に延びるゲートバスライン（走査配線）41と、列方向D1に沿って平行に延びるソースバスライン（信号配線）42とを有している。ゲートバスライン（走査配線）41は、絵素領域ごとに設けられたTFT（不図示）のゲート電極に電氣的に接続されており、ソースバスライン（信号配線）42はTFTのソース電極に電氣的に接続されている。また、TFTのドレイン電極と、絵素電極14とが電氣的に接続されている。液晶表示装置100Eは、さらに、補助容量配線43を有している。

【0109】

液晶表示装置100Eにおいては、複数の単位中実部14aが絵素領域内で1列に配列されているので、単位中実部14aを包囲する開口領域15の一部はゲ

ートバスライン41やソースバスライン42に重なり、絵素領域外に位置している。つまり、複数の開口領域15のそれぞれは、いずれも少なくとも一部が絵素領域外に位置している。

【0110】

一方、複数の単位中実部14aが2列以上に配列されていると、絵素領域内に、単位中実部14aに包囲された開口領域15が存在し、この開口領域15は、その全部が絵素領域内に位置することになる。例えば、図11に示すような、単位中実部14aが2列に配列された比較例の液晶表示装置1000では、絵素領域内に単位中実部14aに包囲された開口領域15が存在し、この開口領域15は、その全部が絵素領域内に位置している。従って、絵素領域内での開口領域15の面積比率が高くなり、単位中実部14aの面積比率が低くなってしまう。

【0111】

これに対して、図10に示したように、複数の単位中実部14aが絵素領域内で1列に配列されていると、複数の開口領域15のそれぞれは、いずれも少なくとも一部が絵素領域外に位置しているので、絵素領域内での開口領域15の面積比率を低くして、単位中実部14aの面積比率を大きくすることができ、その結果、開口率を向上することができる。

【0112】

ここで、ある仕様の液晶表示装置を例に開口率の向上をより具体的に説明する。表示領域が対角15インチサイズ、単位中実部14aが角部が略円弧状の略正形状（図9および図10に示した形状）、ゲートバスラインの幅およびソースバスライン上の遮光層の幅が $12\mu\text{m}$ 、単位中実部14aの間隔が $8.5\mu\text{m}$ の液晶表示装置において、単位中実部14aを1列に配列したときと、単位中実部14aを2列に配列したときとで、透過率を比較した。単位中実部14aを1列に配列すると、単位中実部14aを2列に配列したときに比べて、SXGA（ 1280×1024 画素）においては6%、UXGA（ 1600×1200 画素）においては9%、QXGA（ 2048×1536 画素）においては11%透過率を向上することができた。このように、絵素領域内で複数の単位中実部14aを1列に配列することによって得られる、開口率を向上する効果は、高精細型の液

晶表示装置において特に高い。

【0113】

なお、図10に示したように、絵素電極14がゲートバスライン41やソースバスライン42に一部重畳する構成においては、これらのバスラインからの影響を少なくするために、バスライン上に絶縁膜（例えば有機絶縁膜）をなるべく厚く形成し、その上に絵素電極14を形成することが好ましい。

【0114】

図12に示すように、開口領域15によって形成される正方単位格子と単位中実部14aとの間隙の長さ（片側のスペース）を s とすると、安定な放射状傾斜配向を得るのに必要な斜め電界を生成するためには、片側スペース s が所定の長さ以上である必要がある。

【0115】

片側スペース s は、行方向D2に沿っても規定されるし、列方向D1に沿っても規定されるが、本実施形態では、図2に示したように、1フレーム内で、行方向D2に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、行方向D2に沿って隣接した絵素が反転駆動されない場合に比べて、行方向D2の片側スペース s を短くしても十分な配向規制力が得られる。これは、行方向D2に沿って隣接した絵素が反転駆動されると、反転駆動されない場合に比べて強い斜め電界を発生させることができるからである。この理由を図13Aおよび図13Bを参照しながら説明する。

【0116】

図13Aは、行方向D2に沿って隣接した2つの絵素領域の両方の液晶層に+5Vの電圧を印加したときの等電位線EQを模式的に示し、図13Bは、行方向D2に沿って隣接した2つの絵素領域の一方の液晶層に+5V、他方の液晶層に-5Vの電圧を印加したときの等電位線EQを模式的に示している。

【0117】

図13Aに示したように、隣接した2つの絵素領域の液晶層に同じ極性の電圧を印加すると、等電位線EQが連続した凹凸形状を形成する電界が発生する。

【0118】

これに対して、図 1 3 B に示したように、隣接した 2 つの絵素領域のそれぞれの液晶層に異なる極性の電圧を印加すると、2 つの絵素領域のそれぞれに発生した電界を表す等電位線 E Q が連続することではなく、これらは開口領域 1 5 上で急激に落ち込む。従って、開口領域 1 5 のエッジ部、すなわち、単位中実部 1 4 a の周辺には、急峻な電位勾配が形成され、図 1 3 A に示した場合よりも強い斜め電界が発生する。

【 0 1 1 9 】

上述したように、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動すると、行方向 D 2 の片側スペース s を短くしても、十分な配向規制力が得られる。従って、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素電極 1 4 間の距離を短くし、開口率が高くなるような構成を採用しても、十分に安定な放射状傾斜配向を形成することができる。

【 0 1 2 0 】

既に例示した仕様の液晶表示装置（表示領域が対角 1 5 インチサイズ、単位中実部 1 4 a が角部が略円弧状の略正形状、ゲートバスラインの幅およびソースバスライン上の遮光層の幅が $12\ \mu\text{m}$ 、単位中実部 1 4 a の間隔が $8.5\ \mu\text{m}$ の液晶表示装置）において、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動する場合と、反転駆動しない場合について検討した。行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動しない場合には、安定な放射状傾斜配向状態を実現するのに必要な絵素電極 1 4 間距離は、絵素領域内での単位中実部 1 4 a 間距離と同じ $8.5\ \mu\text{m}$ であった。これに対して、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動する場合には、行方向 D 2 に沿って隣接する絵素電極 1 4 間距離を $3\ \mu\text{m}$ まで短くしても、安定な放射状傾斜配向状態が得られた。

【 0 1 2 1 】

本実施形態では、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動すれば、図 1 4 (a) に示すように、列方向 D 1 に沿っては絵素を反転駆動しない（いわゆるソースライン反転駆動）場合でも、開口率を十分に向上することができるが、フリッカの抑制等の観点からは、行方向 D 2 に沿って隣接した絵素を反転駆動するとともに、列方向 D 1 に沿って絵素を n（n は 1 以上の整数）行ごとに反転駆動することが好ましい。つまり、1 フレーム内で、同じ列に属する絵素領域の液晶層

に印加される電圧の極性を n 行ごとに反転することが好ましい。

【0122】

例えば、図14 (b) に示すように、列方向D1に沿って絵素を2行ごとに反転駆動（いわゆる2Hドット反転駆動）してもよいし、図14 (c) に示すように、列方向D1に沿って絵素を1行ごとに反転駆動（いわゆるドット反転駆動）してもよい。図14 (c) に示したように、行方向D2に沿って隣接した絵素を反転駆動するとともに列方向D1に沿って絵素を1行ごとに反転駆動すると、列方向D1に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、列方向D1に沿って隣接した絵素電極14の間隔を短くすることができ、さらなる開口率の向上を図ることが可能になる。

【0123】

ここで、単位中実部14aの形状と、放射状傾斜配向の安定性および透過率の値との関係について説明する。

【0124】

本願発明者が検討したところ、単位中実部14aの間隔（片側スペース s ）を一定とした場合には、単位中実部14aの形状が円形や楕円に近いほど、配向安定性が高いことがわかった。これは、単位中実部14aの形状が円形や楕円に近いほど、放射状傾斜配向状態における液晶分子30aの配向方向の連続性が高いためである。

【0125】

また、単位中実部14aの形状が正方形や長方形などの矩形に近いほど、透過率が高いことがわかった。これは、片側スペース s の値が同じである場合には、単位中実部14aの形状が矩形に近いほど、中実部14bの面積比率が高いので、電極によって生成される電界の影響を直接的に受ける液晶層の面積（基板法線方向から見たときの平面内に規定される）が大きくなり、実効開口率が高くなるためである。

【0126】

従って、所望する配向安定性と、透過率とを考慮して、単位中実部14aの形状を決定すればよい。

【 0 1 2 7 】

図 9 や図 1 0 など示したように、単位中実部 1 4 a が、角部が略円弧状の略正方形であると、配向安定性および透過率の両方を比較的高くすることができる。勿論、単位中実部 1 4 a が、角部が略円弧状の略矩形であっても同様の効果が得られる。なお、導電膜から形成される単位中実部 1 4 a の角部は、製造工程上の制約から、厳密には、円弧状ではなく、鈍角化された多角形状（ 90° を超える複数の角で構成された形状）となることもあり、4 分の 1 円弧状や規則的な多角形状（例えば正多角形の一部）だけでなく、若干ひずんだ円弧状（楕円の一部など）やいびつな多角形状となることもある。また、曲線と鈍角との組み合わせによって構成された形状となることもある。本願明細書においては、上述した形状も含めて略円弧状と称する。なお、同様の製造工程上の理由から、図 1 (a) に示したような略円形の単位中実部 1 4 a の場合にも、厳密な円ではなく、多角形状や若干ひずんだ形状となることがある。

【 0 1 2 8 】

また、応答速度の観点から、単位中実部 1 4 a の形状を、図 1 5 に示す液晶表示装置 1 0 0 F のようにしてもよい。図 1 5 に示した液晶表示装置 1 0 0 F においては、絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a の形状は、角部が鋭角化された歪んだ正形状である。なお、角部を鋭角化するとは、 90° 未満の角または曲線で角部を構成することをいう。

【 0 1 2 9 】

図 1 5 に示したように、単位中実部 1 4 a が、角部が鋭角化された形状を有していると、斜め電界を生成するエッジ部がより多く形成されるので、より多くの液晶分子 3 0 a に斜め電界を作用させることができる。従って、電界に応答して最初に傾斜し始める液晶分子 3 0 a の数がより多くなり、絵素領域全域にわたって放射状傾斜配向が形成されるのに要する時間が短くなるので、液晶層 3 0 に電圧を印加した際の応答速度が向上する。

【 0 1 3 0 】

また、単位中実部 1 4 a の形状を角部が鋭角化された形状とすると、単位中実部 1 4 a の形状が略円形や略矩形である場合に比べて、特定の方位角方向に沿っ

て配向する液晶分子 3 0 a の存在確率を高く（あるいは低く）することができる。すなわち、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子 3 0 a の存在確率により高い指向性をもたせることができる。そのため、偏光板を備え、直線偏光を液晶層 3 0 に入射させるモードの液晶表示装置において、単位中実部 1 4 a の角部を鋭角化すると、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 3 0 a、すなわち、入射光に対して位相差を与えない液晶分子 3 0 a の存在確率をより低くすることができる。従って、光の透過率を向上させ、より明るい表示を実現することができる。

【0 1 3 1】

上述した実施形態 1 の液晶表示装置の構成は、絵素電極 1 4 が絵素の周期方向の一方に沿って一列に配列された複数の単位中実部 1 4 a を有していることと、絵素の周期方向の他方に沿って隣接した絵素を反転駆動すること以外は、公知の垂直配向型液晶表示装置と同じ構成を採用することができ、公知の製造方法で製造することができる。

【0 1 3 2】

なお、典型的には、負の誘電異方性を有する液晶分子を垂直配向させるために、絵素電極 1 4 および対向電極 2 2 の液晶層 3 0 側表面には垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）が形成されている。

【0 1 3 3】

液晶材料としては、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料が用いられる。また、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料に 2 色性色素添加することによって、ゲストーホストモードの液晶表示装置を得ることもできる。ゲストーホストモードの液晶表示装置は、偏光板を必要としない。

【0 1 3 4】

（実施形態 2）

図 1 6（a）および（b）を参照しながら、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 2 0 0 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。また、以下の図面においては、液晶表示装置 1 0 0 の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明を省略する。図 1 6（a）は基板法線方向から見た上面

図であり、図16(b)は図1(a)中の16B-16B'線に沿った断面図に相当する。図16(b)は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

【0135】

図16(a)および(b)に示したように、液晶表示装置200は、TFT基板200aが、絵素電極14の開口領域15の内側に凸部40を有する点において、図1(a)および(b)に示した実施形態1の液晶表示装置100と異なっている。凸部40の表面には、垂直配向膜(不図示)が設けられている。

【0136】

凸部40の基板11の面内方向の断面形状は、図16(a)に示したように、開口領域15の形状と同じであり、ここでは略星形である。但し、隣接する凸部40は互いに繋がっており、単位中実部14aを略円形に完全に包囲するように形成されている。この凸部40の基板11に垂直な面内方向の断面形状は、図16(b)に示したように台形である。すなわち、基板面に平行な頂面40tと基板面に対してテーパ角 θ ($< 90^\circ$)で傾斜した側面40sとを有している。凸部40を覆うように垂直配向膜(不図示)が形成されているので、凸部40の側面40sは、液晶層30の液晶分子30aに対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有することになり、放射状傾斜配向を安定化させるように作用する。

【0137】

この凸部40の作用を図17(a)~(d)、および図18(a)および(b)を参照しながら説明する。

【0138】

まず、図17(a)~(d)を参照しながら、液晶分子30aの配向と垂直配向性を有する表面の形状との関係を説明する。

【0139】

図17(a)に示したように、水平な表面上の液晶分子30aは、垂直配向性を有する表面(典型的には、垂直配向膜の表面)の配向規制力によって、表面に対して垂直に配向する。このように垂直配向状態にある液晶分子30aに液晶分子30aの軸方位に対して垂直な等電位線EQで表される電界が印加されると、

液晶分子 3 0 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互に対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 3 0 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a と、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a とが混在する。その結果、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

【 0 1 4 0 】

図 1 7 (b) に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向している液晶分子 3 0 a に対して、水平な等電位線 E Q で表される電界が印加されると、液晶分子 3 0 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では時計回り）に傾斜する。また、水平な表面に対して垂直に配向している液晶分子 3 0 a は、図 1 7 (c) に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向している液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した表面上に位置する液晶分子 3 0 a と同じ方向（時計回り）に傾斜する。

【 0 1 4 1 】

図 1 7 (d) に示したように、断面が台形の連続した凹凸状の表面に対しては、それぞれの傾斜した表面上の液晶分子 3 0 a によって規制される配向方向と整合するように、頂面および底面上の液晶分子 3 0 a が配向する。

【 0 1 4 2 】

本実施形態の液晶表示装置は、このような表面の形状（凸部）による配向規制力の方向と、斜め電界による配向規制方向とを一致させることによって、放射状傾斜配向を安定化させる。

【 0 1 4 3 】

図 1 8 (a) および (b) は、それぞれ図 1 6 (b) に示した液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示しており、図 1 8 (a) は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示しており、図 1 8 (b) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 1 8 (a) および (b) 中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

【 0 1 4 4 】

絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 とが同電位するとき（液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態）には、図 1 6（b）に示したように、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対して垂直に配向している。このとき、凸部 4 0 の側面 4 0 s の垂直配向膜（不図示）に接する液晶分子 3 0 a は、側面 4 0 s に対して垂直に配向し、側面 4 0 s の近傍の液晶分子 3 0 a は、周辺の液晶分子 3 0 a との相互作用（弾性体としての性質）によって、図示したように、傾斜した配向をとる。

【 0 1 4 5 】

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 1 8（a）に示した等電位線 E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、中実部 1 4 b および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素電極 1 4 の開口領域 1 5 に対応する領域で落ち込み、開口領域 1 5 のエッジ部（開口領域 1 5 の境界（外延）を含む開口領域 1 5 の内側周辺）E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。

【 0 1 4 6 】

この斜め電界によって、上述したように、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 1 8（a）中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。この斜め電界による配向規制方向は、それぞれのエッジ部 E G に位置する側面 4 0 s による配向規制方向と同じである。

【 0 1 4 7 】

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 1 8（b）に模式的に示した配向状態となる。開口領域 1 5 の中央付近、すなわち、凸部 4 0 の頂面 4 0 t の中央付近に位置する液晶分子 3 0 a は、開口領域 1 5 の互いに対向する両側のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口領域 1 5（凸部 4 0 の頂面 4 0 t）の中央から離れた領域の液晶分子 3 0 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 3

0 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口領域 1 5（凸部 4 0 の頂面 4 0 t）の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。また、開口領域 1 5 および凸部 4 0 によって実質的に包囲された単位中実部 1 4 a に対応する領域においても、単位中実部 1 4 a の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。

【 0 1 4 8 】

このように、実施形態 2 の液晶表示装置 2 0 0 においても、実施形態 1 の液晶表示装置 1 0 0 と同様に、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口領域 1 5 および単位中実部 1 4 a に対応して形成される。凸部 4 0 は単位中実部 1 4 a を略円形に完全に包囲するように形成されているので、液晶ドメインは凸部 4 0 で包囲された略円形の領域に対応して形成される。さらに、開口領域 1 5 の内側に設けられた凸部 4 0 の側面は、開口領域 1 5 のエッジ部 E G 付近の液晶分子 3 0 a を、斜め電界による配向方向と同じ方向に傾斜させるように作用するので、放射状傾斜配向を安定化させる。

【 0 1 4 9 】

斜め電界による配向規制力は、当然のことながら、電圧印加時にしか作用せず、その強さは電界の強さ（印加電圧の大きさ）に依存する。したがって、電界強度が弱い（すなわち、印加電圧が低い）と、斜め電界による配向規制力は弱く、液晶パネルに外力が加わると、液晶材料の流動によって放射状傾斜配向が崩れることがある。一旦、放射状傾斜配向が崩れると、十分に強い配向規制力を発揮する斜め電界を生成するだけの電圧が印加されないと、放射状傾斜配向は復元されない。これに対し、凸部 4 0 の側面 4 0 s による配向規制力は、印加電圧に関係なく作用し、配向膜のアンカリング効果として知られているように、非常に強い。従って、液晶材料の流動が生じて、一旦放射状傾斜配向が崩れても、凸部 4 0 の側面 4 0 s の近傍の液晶分子 3 0 a は放射状傾斜配向のときと同じ配向方向を維持している。従って、液晶材料の流動が止まりさえすれば、放射状傾斜配向が容易に復元される。

【 0 1 5 0 】

この様に、実施形態 2 の液晶表示装置 2 0 0 は、実施形態 1 の液晶表示装置 1 0 0 が有する特徴に加え、外力に対して強いという特徴を有している。従って、

液晶表示装置 2 0 0 は、外力が印加されやすい、携帯して使用される機会の多い P C や P D A に好適に用いられる。

【 0 1 5 1 】

なお、凸部 4 0 は透明性の高い誘電体を用いて形成すると、開口領域 1 5 に対応して形成される液晶ドメインの表示への寄与率が向上するという利点を得られる。一方、凸部 4 0 を不透明な誘電体を用いて形成すると、凸部 4 0 の側面 3 4 0 s によって傾斜配向している液晶分子 3 0 a のリタデーションに起因する光漏れを防止できるという利点を得られる。いずれを採用するかは、液晶表示装置の用途などの応じて決めればよい。いずれの場合にも、感光性樹脂を用いると、開口領域 1 5 に対応してパターニングする工程を簡略化できる利点がある。十分な配向規制力を得るためには、凸部 4 0 の高さは、液晶層 3 0 の厚さが約 $3 \mu\text{m}$ の場合、約 $0.5 \mu\text{m}$ ～ 約 $2 \mu\text{m}$ の範囲にあることが好ましい。一般に、凸部 4 0 の高さは、液晶層 3 0 の厚さの約 $1/6$ ～ 約 $2/3$ の範囲内にあることが好ましい。

【 0 1 5 2 】

上述したように、液晶表示装置 2 0 0 は、絵素電極 1 4 の開口領域 1 5 の内側に凸部 4 0 を有し、凸部 4 0 の側面 4 0 s は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a に対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する。側面 4 0 s が斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するための好ましい条件を図 1 9 (a) ～ (c) を参照しながら説明する。

【 0 1 5 3 】

図 1 9 (a) ～ (c) は、それぞれ液晶表示装置 2 0 0 A、2 0 0 B および 2 0 0 C の断面図を模式的に示し、図 1 8 (a) に対応する。液晶表示装置 2 0 0 A、2 0 0 B および 2 0 0 C は、いずれも開口部 4 0 の内側に凸部を有するが、1 つの構造体としての凸部 4 0 全体と開口部 4 0 との配置関係が液晶表示装置 2 0 0 と異なっている。

【 0 1 5 4 】

上述した液晶表示装置 2 0 0 においては、図 1 8 (a) に示したように、構造体としての凸部 4 0 の全体が開口部 4 0 a の内側に形成されており、且つ、凸部

40の底面は開口部40aよりも小さい。図19(a)に示した液晶表示装置200Aにおいては、凸部40Aの底面は開口領域15と一致しており、図19(b)に示した液晶表示装置200Bにおいては、凸部40Bは開口領域15よりも大きい底面を有し、開口領域15の周辺の中実部(導電膜)14bを覆うように形成されている。これらの凸部40、40Aおよび40Bのいずれの側面40s上にも中実部14bが形成されていない。その結果、それぞれの図に示したように、等電位線EQは、中実部14b上ではほぼ平坦で、そのまま開口領域15で落ち込む。従って、液晶表示装置200Aおよび200Bの凸部40Aおよび40Bの側面40sは、上述した液晶表示装置200の凸部40と同様に、斜め電界による配向規制力と同じ方向の配向規制力を発揮し、放射状傾斜配向を安定化する。

【0155】

これに対し、図19(c)に示した液晶表示装置200Cの凸部40Cの底面は開口領域15よりも大きく、開口領域15の周辺の中実部14bは凸部40Cの側面40s上に形成されている。この側面40s上に形成された中実部14bの影響で、等電位線EQに山が形成される。等電位線EQの山は、開口領域15で落ち込む等電位線EQと反対の傾きを有しており、これは、液晶分子30aを放射状傾斜配向させる斜め電界とは逆向きの斜め電界を生成していることを示している。従って、側面40sが斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するためには、側面40s上に中実部(導電膜)14bが形成されていないことが好ましい。

【0156】

次に、図20を参照しながら、図16(a)に示した凸部40の20A-20A'線に沿った断面構造を説明する。

【0157】

上述したように、図16(a)に示した凸部40は、単位中実部14aを略円形に完全に包囲するように形成されているので、隣接する単位中実部14aの相互に接続する役割を果たしている部分(円形部から四方に枝部)は、図20に示したように、凸部40上に形成される。従って、絵素電極14の中実部14bを

形成する導電膜を堆積する工程において、凸部 4 0 上で断線が生じたり、あるいは、製造プロセスの後工程で剥離が生じる危険性が高い。

【 0 1 5 8 】

そこで、図 2 1 (a) および (b) に示す液晶表示装置 2 0 0 D のように、開口領域 1 5 内に、それぞれ独立した凸部 4 0 D が完全に含まれるように形成すると、中実部 1 4 b を形成する導電膜は、基板 1 1 の平坦な表面に形成されるので断線や剥離が起こる危険性が無くなる。なお、凸部 4 0 D は、単位中実部 1 4 a を略円形に完全に包囲するようには形成されていないが、単位中実部 1 4 a に対応した略円形の液晶ドメインが形成され、先の例と同様に、その放射状傾斜配向は安定化される。

【 0 1 5 9 】

開口領域 1 5 内に凸部 4 0 を形成することによって、放射状傾斜配向を安定化させる効果は、例示したパターンの開口領域 1 5 に限られず、実施形態 1 で説明した全てのパターンの開口領域 1 5 に対して同様に適用でき、同様の効果を得ることができる。なお、凸部 4 0 による外力に対する配向安定化効果を十分に発揮させるためには、凸部 4 0 のパターン（基板法線方向から見たときにパターン）は、できるだけ広い領域の液晶層 3 0 を包囲する形状であることが好ましい。従って、例えば、円形の開口領域 1 5 を有するネガ型パターンよりも、円形の単位中実部 1 4 a を有するポジ型パターンの方が、凸部 4 0 による配向安定化効果が大きい。

【 0 1 6 0 】

(実施形態 3)

本発明による実施形態 3 の液晶表示装置は、対向基板が、配向規制構造を有している点において、図 1 (a) および (b) に示した実施形態 1 の液晶表示装置 1 0 0 と異なっている。

【 0 1 6 1 】

図 2 2 (a) ～ (e) に、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 3 0 0 b を模式的に示す。上述の液晶表示装置と実質的に同じ構成要素には共通の参照符号を付して、その説明をここでは省略する。

【0162】

図22(a)～(e)に示した配向規制構造28は、液晶層30の液晶分子30aを放射状傾斜配向させるように作用する。但し、図22(a)～(d)に示した配向規制構造28と図22(e)に示した配向規制構造28とでは、液晶分子30aを傾斜させる方向が異なっている。

【0163】

図22(a)～(d)に示した配向規制構造28による液晶分子の傾斜方向は、絵素電極14の単位中実部14a(例えば図1参照)に対応する領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の配向方向と整合する。これに対し、図22(e)に示した配向規制構造28による液晶分子の傾斜方向は、開口領域15(例えば図1参照)に対応する領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の配向方向と整合する。

【0164】

図22(a)に示した配向規制構造28は、対向電極22の開口部22aと、開口部22aに対向する絵素電極(ここでは不図示、例えば図1(a)参照)14の単位中実部14aによって構成されている。なお、対向基板300bの液晶層30側の表面には垂直配向膜(不図示)が設けられている。

【0165】

この配向規制構造28は、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する。配向規制構造28は、TFT基板100aの電極構造によって形成される放射状傾斜配向をとる液晶ドメイン内の液晶分子に対して配向規制力を作用すればよいので、開口部22aの大きさは、TFT基板100aに設けられる開口領域15よりも小さく、また、開口領域15によって包囲される単位中実部14a(例えば図1(a)参照)よりも小さい。例えば、開口領域15や単位中実部14aの面積の半分以下で十分な効果を得ることができる。対向電極22の開口部22aを絵素電極14の単位中実部14aの中央部に対向する位置に設けることによって、液晶分子の配向の連続性が高くなり、且つ、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができる。

【0166】

このように、配向規制構造として、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する構造を採用すると、電圧無印加状態において液晶層 3 0 のほとんど全ての液晶分子 3 0 a が垂直配向状態をとるので、ノーマリブラックモードを採用した場合に、黒表示状態において光漏れがほとんど発生せず、良好なコントラスト比の表示を実現できる。

【 0 1 6 7 】

但し、電圧無印加状態に配向規制力が発生しないので放射状傾斜配向が形成されず、また、印加電圧が低いときには配向規制力が小さいので、あまり大きな応力が液晶パネルに印加されると、残像が視認されることがある。

【 0 1 6 8 】

図 2 2 (b) ~ (d) に示した配向規制構造 2 8 は、電圧の印加無印加に関わらず、配向規制力を発現するので、全ての表示階調において安定した放射状傾斜配向が得られ、応力に対する耐性にも優れている。

【 0 1 6 9 】

まず、図 2 2 (b) に示した配向規制構造 2 8 は、対向電極 2 2 上に液晶層 3 0 側に突き出た凸部 2 2 b を有する。凸部 2 2 b を形成する材料に特に制限はないが、樹脂などの誘電体材料を用いて容易に形成することができる。なお、対向基板 6 0 0 b の液晶層 3 0 側の表面には垂直配向膜（不図示）が設けられている。凸部 2 2 b は、その表面（垂直配向性を有する）の形状効果によって、液晶分子 3 0 a を放射状に傾斜配向させる。また、熱によって変形する樹脂材料を用いると、パターニングの後の熱処理によって、図 2 2 (b) に示したような、なだらかな丘上の断面形状を有する凸部 2 2 b を容易に形成できるので好ましい。図示したように、頂点を有するなだらかな断面形状（例えば球の一部）を有する凸部 2 2 b や円錐状の形状を有する凸部は、放射状傾斜配向の中心位置を固定する効果に優れている。

【 0 1 7 0 】

図 2 2 (c) に示した配向規制構造 2 8 は、対向電極 2 2 の下（基板 2 1 側）に形成された誘電体層 2 3 に設けられた開口部（凹部でもよい） 2 3 a 内の液晶層 3 0 側の水平配向性表面によって構成されている。ここでは、対向基板 3 0 0

bの液晶層30側に形成される垂直配向膜24を、開口部23a内にだけ形成しないことで、開口部23a内の表面を水平配向性表面としている。これに代えて、図22(d)に示したように、開口部23a内にだけ、水平配向膜25を形成してもよい。

【0171】

図22(d)に示した水平配向膜は、例えば、一旦対向基板300bの全面に垂直配向膜24を形成し、開口部23a内に存在する垂直配向膜24に選択的に紫外線を照射するなどして、垂直配向性を低下させることによって形成してもよい。配向規制構造28を構成するために必要な水平配向性は、TN型液晶表示装置に用いられている配向膜のようにプレチルト角が小さい必要はなく、例えば、プレチルト角が45°以下であればよい。

【0172】

図22(c)および(d)に示したように、開口部23a内の水平配向性表面上では、液晶分子30aが基板面に対して水平に配向しようとするので、周囲の垂直配向膜24上の垂直配向している液晶分子30aの配向と連続性を保つような配向が形成され、図示したような放射状傾斜配向が得られる。

【0173】

対向電極22の表面に凹部（誘電体層23の開口部によって形成される）を設けずに、対向電極22の平坦な表面上に、水平配向性表面（電極の表面または水平配向膜など）を選択的に設けるだけでも放射状傾斜配向が得られるが、凹部の形状効果によって、放射状傾斜配向をさらに安定化することができる。

【0174】

対向基板300bの液晶層30側の表面に凹部を形成するために、例えば、誘電体層23として、カラーフィルタ層やカラーフィルタ層のオーバーコート層を用いると、プロセスが増加することが無いので好ましい。また、図22(c)および(d)に示した構造は、図22(a)に示した構造のように、凸部22bを介して液晶層30に電圧が印加される領域が存在しないので、光の利用効率の低下が少ない。

【0175】

図 2 2 (e) に示した配向規制構造 2 8 は、図 2 2 (d) に示した配向規制構造 2 8 と同様に、誘電体層 2 3 の開口部 2 3 a を用いて、対向基板 3 0 0 b の液晶層 3 0 側に凹部を形成し、その凹部の底部にのみ、水平配向膜 2 6 を形成している。水平配向膜 2 6 を形成する代わりに、図 2 2 (c) に示したように、対向電極 2 2 の表面を露出させてもよい。

【0 1 7 6】

上述した、第 1 配向規制構造および配向規制構造を備える液晶表示装置 3 0 0 を図 2 3 (a) および (b) に示す。図 2 3 (a) は上面図であり、図 2 3 (b) は、図 2 3 (a) 中の 2 3 B - 2 3 B' 線に沿った断面図に相当する。

【0 1 7 7】

液晶表示装置 3 0 0 は、単位中実部 1 4 a を有する絵素電極 1 4 および開口領域 1 5 を有する TFT 基板 1 0 0 a と、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 3 0 0 b とを有している。なお、TFT 基板 1 0 0 a の構成は、ここで例示する構成に限られず、前述した種々の構成を適宜用いることができる。また、配向規制構造 2 8 として、電圧無印加時にも配向規制力を発現するもの (図 2 2 (b) ~ (d) および図 2 2 (e)) を例示するが、図 2 2 (b) ~ (d) に示した配向規制構造 2 8 に代えて、図 2 2 (a) に示したものをを用いることもできる。

【0 1 7 8】

液晶表示装置 3 0 0 の対向基板 3 0 0 b に設けられている配向規制構造 2 8 のうち、絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 b に対向する領域の中央付近に設けられている配向規制構造 2 8 は、図 2 2 (b) ~ (d) に示したもののいずれかであり、絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a に対向する領域の中央付近に設けられている配向規制構造 2 8 は、図 2 2 (e) に示したものである。

【0 1 7 9】

このように配置することによって、液晶層 3 0 に電圧を印加した状態、すなわち、絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧を印加した状態において、絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a によって形成される放射状傾斜配向の方向と、配向規制構造 2 8 によって形成される放射状傾斜配向の方向が整合し、放射状傾斜配向が安定化する。この様子を図 2 4 (a) ~ (c) に模式的に示している。図 2 4

(a) は電圧無印加時を示し、図 24 (b) は電圧印加後に配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 24 (c) は電圧印加中の定常状態を模式的に示している。

【0180】

配向規制構造 (図 22 (b) ~ (d)) 28 による配向規制力は、図 24 (a) に示したように、電圧無印加状態においても、近傍の液晶分子 30 a に作用し、放射状傾斜配向を形成する。

【0181】

電圧を印加し始めると、図 24 (b) に示したような等電位線 EQ で示される電界が発生し (TFT 基板 100 a の電極構造による)、開口領域 15 および中実部 14 a に対応する領域に液晶分子 30 a が放射状傾斜配向した液晶ドメインが形成され、図 24 (c) に示したような定常状態に達する。このとき、それぞれの液晶ドメイン内の液晶分子 30 a の傾斜方向は、対応する領域に設けられた配向規制構造 28 の配向規制力による液晶分子 30 a の傾斜方向と一致する。

【0182】

定常状態にある液晶表示装置 300 に応力が印加されると、液晶層 30 の放射状傾斜配向は一旦崩れるが、応力が取り除かれると、単位中実部 14 a および配向規制構造 28 による配向規制力が液晶分子 30 a に作用しているので、放射状傾斜配向状態に復帰する。従って、応力による残像の発生が抑制される。配向規制構造 28 による配向規制力が強すぎると、電圧無印加時にも放射状傾斜配向によるリタデーションが発生し、表示のコントラスト比を低下するおそれがあるが、配向規制構造 28 による配向規制力は、第 1 配向規制構造によって形成される放射状傾斜配向の安定化および中心軸位置を固定する効果を有せばいいので、強い配向規制力は必要なく、表示品位を低下させるほどのリタデーションを発生させない程度の配向規制力で十分である。

【0183】

例えば、図 22 (b) に示した凸部 22 b を採用する場合、直径が約 $30\ \mu\text{m}$ ~ 約 $35\ \mu\text{m}$ の単位中実部 14 a に対して、それぞれ直径が約 $15\ \mu\text{m}$ で高さ (厚さ) が約 $1\ \mu\text{m}$ の凸部 22 を形成すれば、十分な配向規制力が得られ、且つ、

リタデーションによるコントラスト比の低下も実用上問題の無いレベルに抑えられる。

【 0 1 8 4 】

図 2 5 (a) および (b) に、配向規制構造を備える他の液晶表示装置 4 0 0 を示す。

【 0 1 8 5 】

液晶表示装置 4 0 0 は、T F T 基板 1 0 0 a の開口領域 1 5 に対向する領域には配向規制構造を有していない。開口領域 1 5 に対向する領域に形成されるべき図 2 2 (e) に示した配向規制構造 2 8 を形成することはプロセス上の困難さを伴うので、生産性の観点からは、図 2 2 (a) ~ (d) に示した配向規制構造 2 8 のいずれかだけを用いることが好ましい。特に、図 2 2 (b) に示した配向規制構造 2 8 は簡便なプロセスで製造できるので好ましい。

【 0 1 8 6 】

液晶表示装置 4 0 0 のように、開口領域 1 5 に対応する領域に配向規制構造を設けなくとも、図 2 6 (a) ~ (c) に模式的に示したように、液晶表示装置 3 0 0 と同様の放射状傾斜配向が得られ、その耐応力性も実用上問題が無い。

【 0 1 8 7 】

図 2 7 (a) 、 (b) および (c) に、配向規制構造を備える液晶表示装置の一例を示す。図 2 7 (a) 、 (b) および (c) は、配向規制構造を備える液晶表示装置 5 0 0 を模式的に示す断面図である。図 2 7 (a) は電圧無印加時を示し、図 2 7 (b) は電圧印加後に配向が変化し始めた状態 (O N 初期状態) を示し、図 2 7 (c) は電圧印加中の定常状態を模式的に示している。

【 0 1 8 8 】

液晶表示装置 5 0 0 は、T F T 基板 2 0 0 a の開口領域 1 5 の内側に、図 1 6 に示した凸部 4 0 を備えている。また、絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a に対向する領域の中央付近に設けられている配向規制構造 2 8 として、図 2 2 (b) に示した凸部 2 2 b を備えている。

【 0 1 8 9 】

液晶表示装置 5 0 0 においては、凸部 4 0 の側面 4 0 s による配向規制力と、

凸部 2 2 b の表面による配向規制力とによって、放射状傾斜配向が安定化される。上述した凸部 4 0 および凸部 2 2 b の形状効果による配向規制力は、印加電圧に関係なく放射状傾斜配向状態を安定させるので、液晶表示装置 5 0 0 は、良好な耐応力性を備えている。

【 0 1 9 0 】

なお、配向規制構造 2 8 として、図 2 2 (b) に示したような、対向電極 2 2 上に液晶層 3 0 側に突き出た凸部 2 2 b を採用する場合には、凸部 2 2 b によって液晶層 3 0 の厚さが規定される構成としてもよい。すなわち、凸部 2 2 b がセルギャップ（液晶層 3 0 の厚さ）を制御するスペーサとしても機能する構成としてもよい。

【 0 1 9 1 】

図 2 8 (a) および (b) に、スペーサとしても機能する凸部 2 2 b を備えた液晶表示装置 6 0 0 を示す。図 2 8 (a) は、基板法線方向から見た上面図であり、図 2 8 (b) は図 2 8 (a) 中の 2 8 B - 2 8 B ' 線に沿った断面図に相当する。

【 0 1 9 2 】

図 2 8 (a) および (b) に示すように、液晶表示装置 6 0 0 は、配向規制構造 2 8 として絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a に対向する領域の中央付近に設けられた凸部 2 2 b によって、液晶層 3 0 の厚さが規定されている。従って、このような構成を採用すると、液晶層 3 0 の厚さを規定するスペーサを別途に設ける必要がなく、製造プロセスを簡略化することができる利点がある。

【 0 1 9 3 】

ここでは、凸部 2 2 b は、図 2 8 (b) に示すように円錐台状であり、基板 2 1 の基板面に対して 90° 未満のテーパ角 θ で傾斜した側面 2 2 b 1 を有している。このように、側面 2 2 b 1 が基板面に対して 90° 未満の角度で傾斜していると、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a に対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有することになり、放射状傾斜配向を安定させるように作用する。

【 0 1 9 4 】

スペーサとしても機能する凸部 2 2 b を備えた液晶表示装置 6 0 0 においても、図 2 9 (a) ~ (c) に模式的に示すように、液晶表示装置 3 0 0 および 4 0 0 と同様の放射状傾斜配向が得られる。

【 0 1 9 5 】

なお、図 2 8 (b) においては、基板面に対して 90° 未満の角度で傾斜した側面 2 2 b 1 を有する凸部 2 2 b を示したが、基板面に対して 90° 以上の角度で傾斜した側面 2 2 b 1 を有する凸部 2 2 b であってもよい。放射状傾斜配向を安定化させる観点からは、側面 2 2 b 1 の傾斜角度が 90° を大きく超えないことが好ましく、 90° 未満であることがさらに好ましい。傾斜角度が 90° を超える場合であっても、 90° に近ければ (90° を大きく超えなければ)、凸部 2 2 b の傾斜側面 2 2 b 1 近傍の液晶分子 3 1 は、基板面に対してほぼ水平な方向に傾斜しているので、若干の振れを発生させるだけで、エッジ部の液晶分子 3 1 の傾斜方向と整合をとりながら放射状傾斜配向する。ただし、図 3 0 に示すように、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 が 90° を大きく超えて傾斜していると、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a に対して、斜め電界による配向規制方向と逆方向の配向規制力を有することになるので、放射状傾斜配向が不安定となることがある。

【 0 1 9 6 】

また、スペーサとしても機能する凸部 2 2 b としては、図 2 8 (a) および (b) に示した円錐台状のものに限定されない。例えば、図 3 1 に示すように、基板面に垂直な面内方向の断面形状が楕円の一部分であるような (すなわち楕球の一部のような形状を有する) 凸部 2 2 b を用いてもよい。図 3 1 に示した凸部 2 2 b においては、側面 2 2 b 1 の基板面に対する傾斜角 (テーパ角) が液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って変化するが、液晶層 3 0 の厚さ方向のどこの位置においても側面 2 2 b 1 の傾斜角は 90° 未満であるため、このような凸部 2 2 b も放射状傾斜配向を安定させる凸部として好適に用いることができる。

【 0 1 9 7 】

なお、上述したように上下の基板 (T F T 基板および対向基板) に接し、液晶層 3 0 の厚さを規定するスペーサとしても機能する凸部 2 2 b は、液晶表示装置

の製造プロセスにおいて、上下のいずれの基板に形成されてもよい。いずれの基板に形成されていても、上下の基板が貼り合わされると、凸部 2 2 b は両方の基板に接し、スペーサとして機能するとともに、配向規制構造としても機能する。

【0 1 9 8】

また、単位中実部 1 4 a に対向する領域に設けられる凸部 2 2 b のすべてがスペーサとして機能する必要はない。一部の凸部 2 2 b を、スペーサとして機能する凸部 2 2 b よりも低く形成することによって、光漏れの発生を抑制できる。

【0 1 9 9】

図 3 2、図 3 3 および図 3 4 に、配向規制構造を備える他の液晶表示装置 7 0 0 A、7 0 0 B および 7 0 0 C を示す。図 3 2、図 3 3 および図 3 4 は、いずれも絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 a に対向する領域に配向規制構造としての凸部 2 2 b を有している。

【0 2 0 0】

図 3 2 に示した液晶表示装置 7 0 0 A においては、補助容量配線 4 3 上に位置する単位中実部 1 4 a が他の単位中実部 1 4 a よりも若干小さく、図 3 3 に示した液晶表示装置 7 0 0 B においては、補助容量配線 4 3 上に位置する単位中実部 1 4 a が他の単位中実部 1 4 a よりも大きい。このように、絵素電極 1 4 が有する複数の単位中実部 1 4 a は、必ずしも絵素領域内で同じ大きさである必要はない。特に、補助容量配線 4 3 などのように不透明な構成要素上に位置する単位中実部 1 4 a に形成される液晶ドメインは、透過型液晶表示装置においては表示に寄与しないので、不透明な構成要素上の単位中実部 1 4 a には、十分に安定な放射状傾斜配向が形成されなくてもよいし、この単位中実部 1 4 a を他の単位中実部 1 4 a と異なる形状・大きさとしてもよい。例えば、図 3 4 に示した液晶表示装置 7 0 0 C においては、補助容量配線 4 3 上に位置する単位中実部 1 4 a の形状が樽型（角部が略円弧状の略矩形）であるのに対して、他の単位中実部 1 4 a の形状は略星形である。

【0 2 0 1】

また、ここでは、補助容量配線 4 3 上に単位中実部 1 4 a が位置している構成を例示したが、補助容量配線 4 3 などの不透明な構成要素上に開口領域 1 5 がな

るべく位置するような構成とすると、絵素領域内で表示に寄与する領域の割合を多くすることができ、明るさが向上する。

【0202】

(偏光板、位相差板の配置)

負の誘電率異方性を有する液晶分子が電圧無印加時に垂直配向する液晶層を備える、いわゆる垂直配向型液晶表示装置は、種々の表示モードで表示を行うことができる。例えば、液晶層の複屈折率を電界によって制御することによって表示する複屈折モードの他に、旋光モードや旋光モードと複屈折モードとを組み合わせ表示モードに適用される。上述した全ての液晶表示装置の一对の基板（例えば、TFT基板と対向基板）の外側（液晶層30と反対側）に一对の偏光板を設けることによって、複屈折モードの液晶表示装置を得ることができる。また、必要に応じて、位相差補償素子（典型的には位相差板）を設けてもよい。更に、略円偏光を用いても明るい液晶表示装置を得ることができる。

【0203】

【発明の効果】

本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、従来の広視野角特性を有する液晶表示装置の表示品位をさらに向上することができる。

【0204】

また、各絵素領域内で、複数の単位中実部は、所定の方向に沿って配置、すなわち、1列に配列されているので、絵素領域内での単位中実部の面積比率を高くして開口率を向上することができる。

【0205】

さらに、1フレーム内で、単位中実部の配列方向とは異なる所定の方向に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、その方向に隣接した絵素間に急峻な電位勾配を有する斜め電界を発生させることができる。そのため、電極間距離が短い、開口率が高い構成を採用しても、十分に安定な放射状傾斜配向を形成することができる。

【0206】

上述したように、本発明によると、広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な液晶表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による実施形態 1 の液晶表示装置 1 0 0 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 1 B - 1 B' 線に沿った断面図である。

【図 2】

液晶表示装置 1 0 0 の行方向に沿って隣接した絵素領域に極性が異なる電圧が印加されている様子を模式的に示す図である。

【図 3】

液晶表示装置 1 0 0 の液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示す図であり、(a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、(b) は、定常状態を模式的に示している。

【図 4】

(a) ~ (d) は、電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

【図 5】

(a) ~ (c) は、液晶表示装置 1 0 0 における、基板法線方向から見た液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

【図 6】

(a) ~ (c) は、液晶分子の放射状傾斜配向の例を模式的に示す図である。

【図 7】

(a) および (b) は、本発明による実施形態 1 の他の液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B を模式的に示す上面図である。

【図 8】

(a) および (b) は、本発明による実施形態 1 のさらに他の液晶表示装置 1 0 0 C および 1 0 0 D を模式的に示す上面図である。

【図 9】

本発明による実施形態 1 のさらに他の液晶表示装置 1 0 0 E を模式的に示す上面図である。

【図 1 0】

本発明による実施形態 1 のさらに他の液晶表示装置 1 0 0 E を模式的に示す上面図である。

【図 1 1】

比較例の液晶表示装置 1 0 0 0 を模式的に示す上面図である。

【図 1 2】

本発明による実施形態 1 の液晶表示装置が備える絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 1 3 A】

行方向に沿って隣接した 2 つの絵素領域に同じ極性の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示す図である。

【図 1 3 B】

行方向に沿って隣接した 2 つの絵素領域に異なる極性の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示す図である。

【図 1 4】

(a)、(b) および (c) は、本発明による実施形態 1 の液晶表示装置に用いられる駆動方法を説明するための図である。

【図 1 5】

本発明による実施形態 1 のさらに他の液晶表示装置 1 0 0 F を模式的に示す上面図である。

【図 1 6】

本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 2 0 0 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 1 6 B - 1 6 B' 線に沿った断面図である。

【図 1 7】

(a) ~ (d) は、液晶分子 3 0 a の配向と垂直配向性を有する表面の形状との関係を説明するための模式図である。

【図 1 8】

液晶表示装置 2 0 0 の液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示す図であり、(a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、(b) は、定常状態を模式的に示している。

【図 1 9】

(a) ~ (c) は、開口部と凸部との配置関係が異なる、実施形態 2 の液晶表示装置 2 0 0 A、2 0 0 B および 2 0 0 C の模式的な断面図である。

【図 2 0】

液晶表示装置 2 0 0 の断面構造を模式的に示す図であり、図 1 6 (a) 中の 2 0 A - 2 0 A' 線に沿った断面図である。

【図 2 1】

液晶表示装置 2 0 0 D の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 2 1 B - 2 1 B' 線に沿った断面図である。

【図 2 2】

(a) ~ (e) は、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 3 0 0 b を模式的に示す図である。

【図 2 3】

本発明による実施形態 3 の液晶表示装置 3 0 0 を模式的に示す図であり、(a) は上面図であり、(b) は (a) 中の 2 3 B - 2 3 B' 線に沿った断面図である。

【図 2 4】

液晶表示装置 3 0 0 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、(a) は電圧無印加状態を示し、(b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、(c) は定常状態を示している。

【図 2 5】

本発明による実施形態 3 の他の液晶表示装置 4 0 0 を模式的に示す図であり、(a) は上面図であり、(b) は (a) 中の 2 5 B - 2 5 B' 線に沿った断面図である。

【図 2 6】

液晶表示装置 4 0 0 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、(a) は電圧無印加状態を示し、(b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、(c) は定常状態を示している。

【図 2 7】

本発明による実施形態 3 のさらに他の液晶表示装置 5 0 0 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、(a) は電圧無印加状態を示し、(b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、(c) は定常状態を示している。

【図 2 8】

スペーサとして機能する凸部を備える液晶表示装置 6 0 0 を模式的に示す図であり、(a) は上面図であり、(b) は (a) 中の 2 8 B - 2 8 B' 線に沿った断面図である。

【図 2 9】

液晶表示装置 6 0 0 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、(a) は電圧無印加状態を示し、(b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、(c) は定常状態を示している。

【図 3 0】

基板面に対する傾斜角が 90° を大きく超える側面を有する凸部を模式的に示す断面図である。

【図 3 1】

スペーサとして機能する凸部の改変例を模式的に示す断面図である。

【図 3 2】

本発明による実施形態 3 のさらに他の液晶表示装置 6 0 0 A を模式的に示す上面図である。

【図 3 3】

本発明による実施形態 3 のさらに他の液晶表示装置 6 0 0 B を模式的に示す上面図である。

【図 3 4】

本発明による実施形態 3 のさらに他の液晶表示装置 6 0 0 C を模式的に示す上面図である。

【符号の説明】

11、21 透明絶縁性基板

14 絵素電極

14a 単位中実部

15 開口領域

22 対向電極

30 液晶層

30a 液晶分子

40、40A、40B、40C、40D 凸部

40s 凸部の側面

40t 凸部の頂面

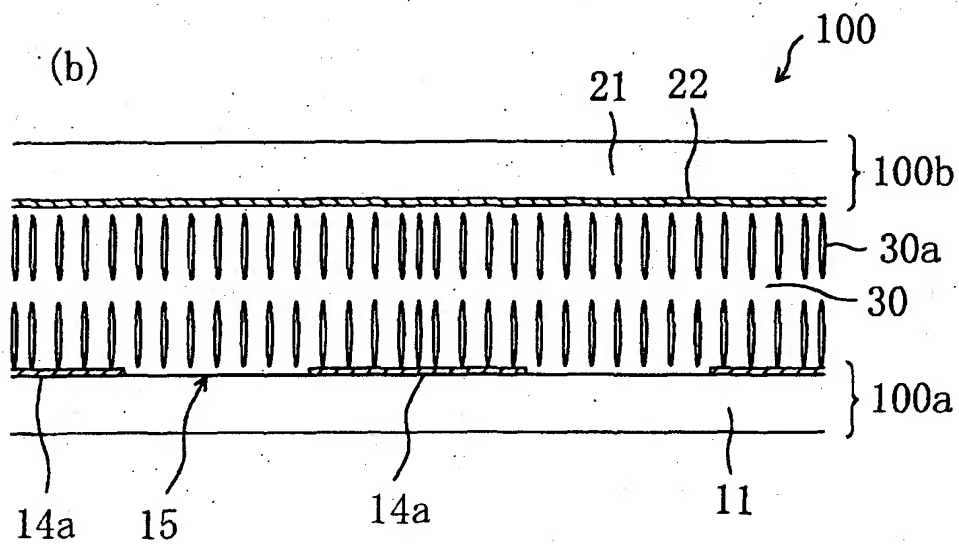
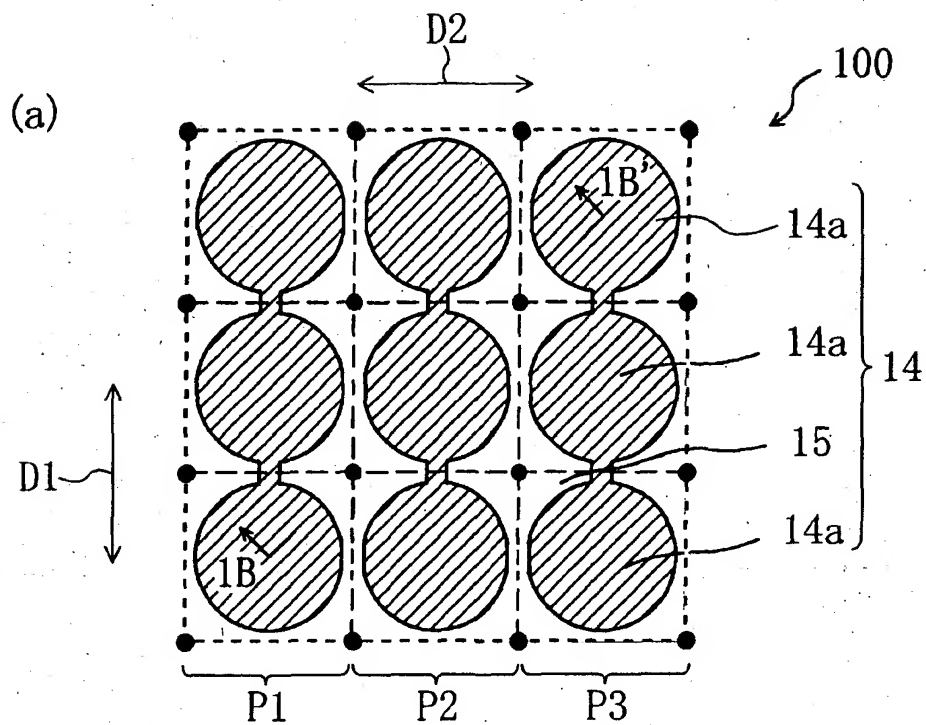
100、200、300、400、500、600 液晶表示装置

100a、200a TFT基板

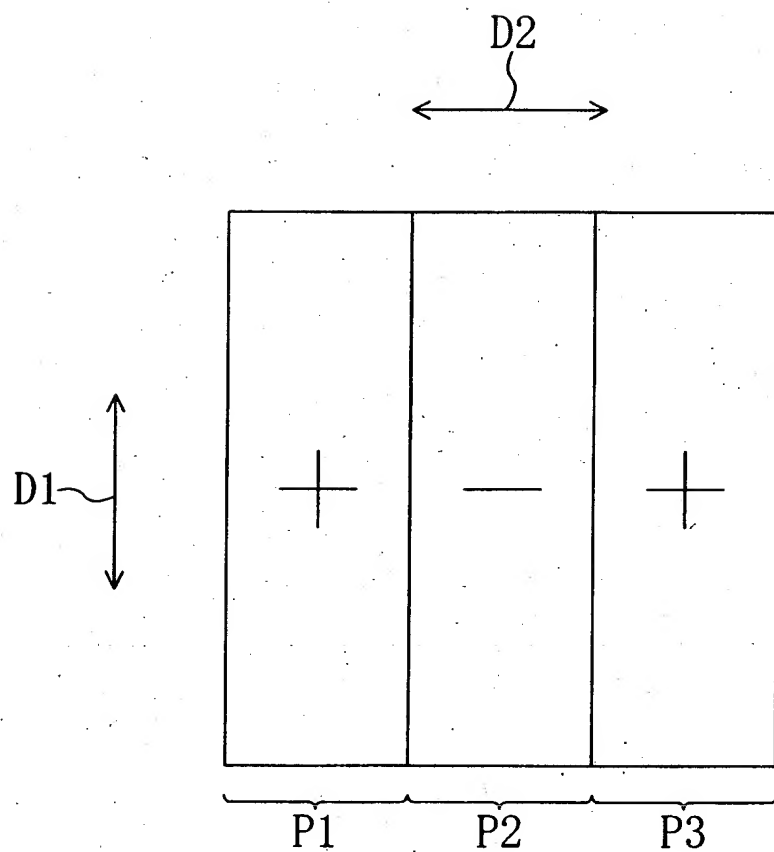
100b、300b 対向基板

【書類名】 図面

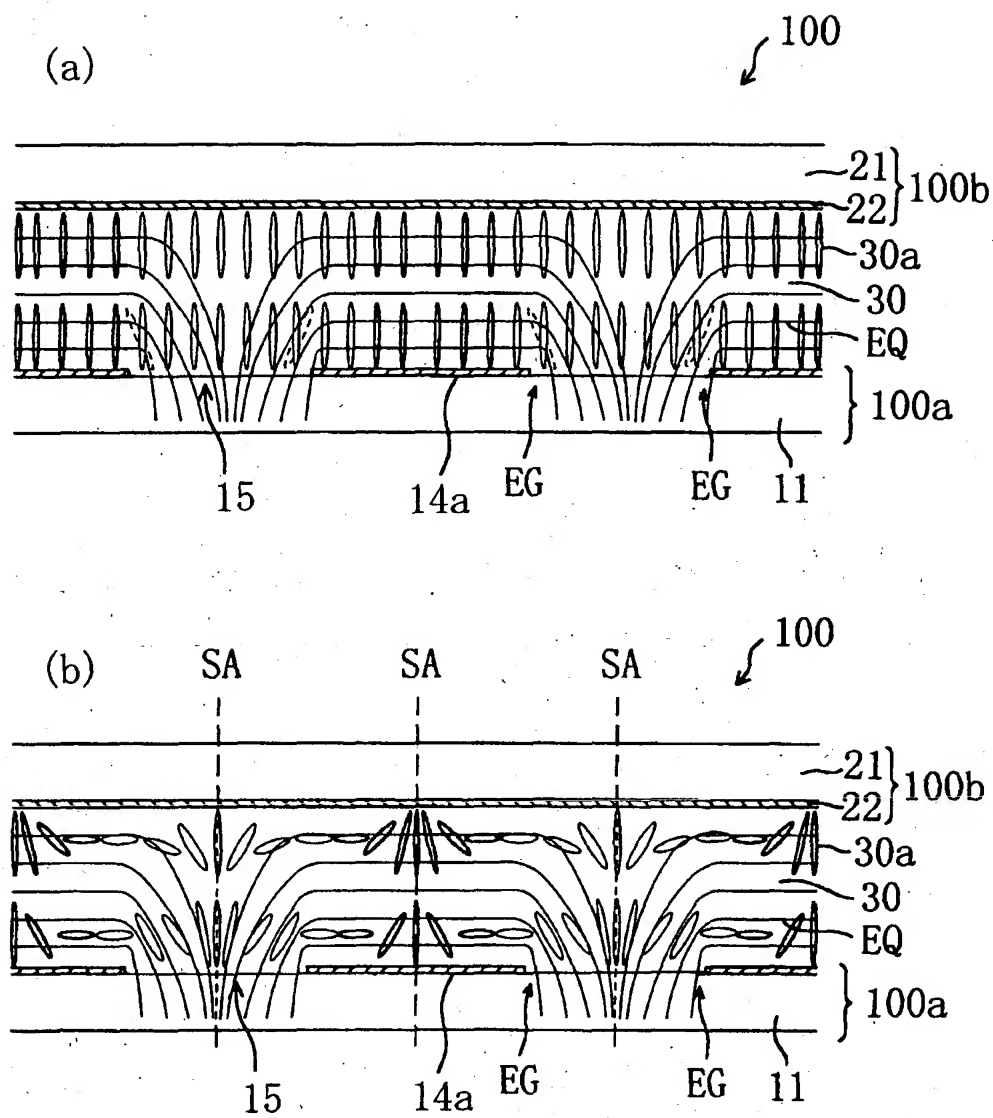
【図1】



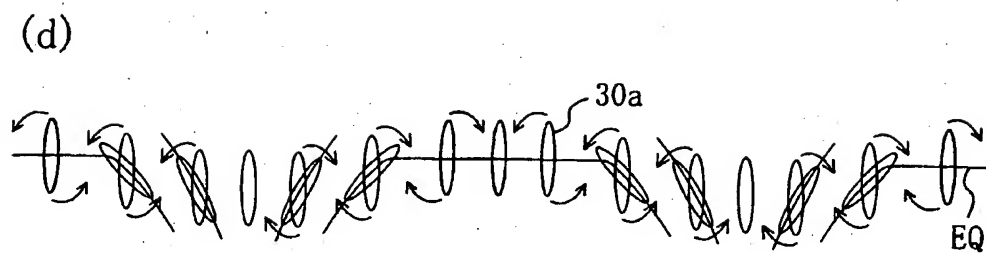
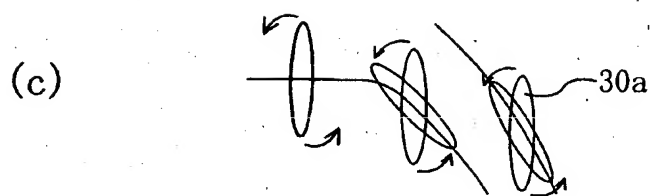
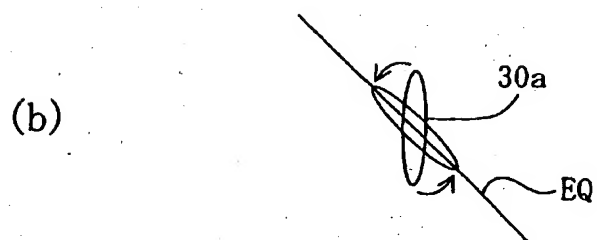
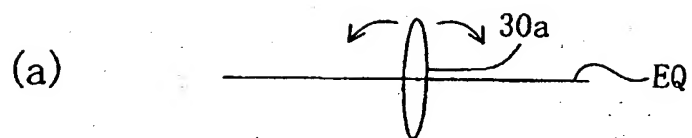
【図 2】



【図3】

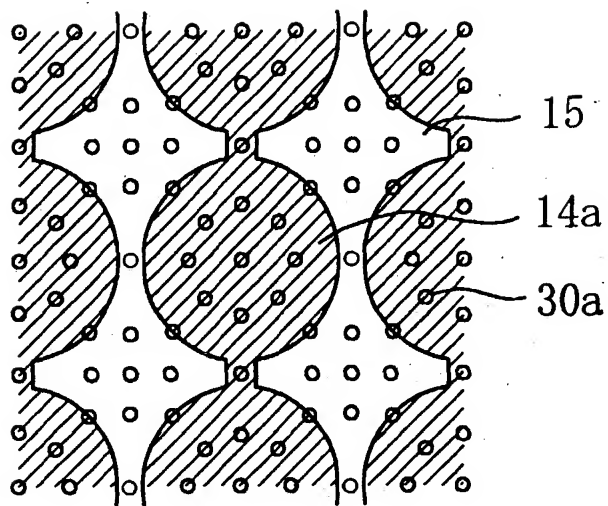


【图 4】

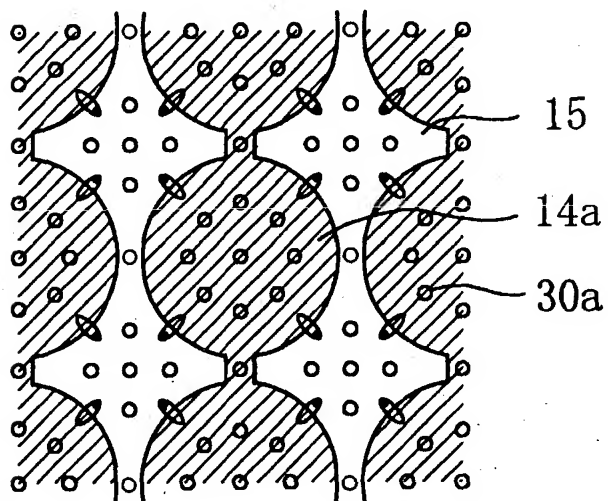


【図5】

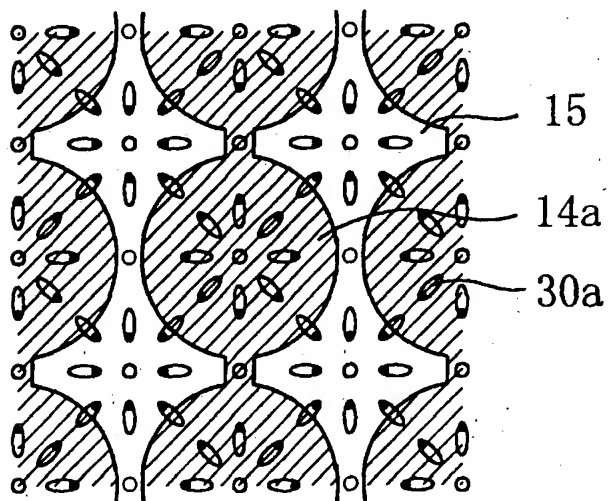
(a)



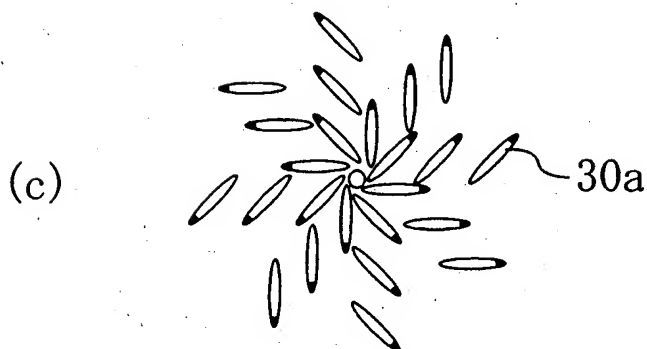
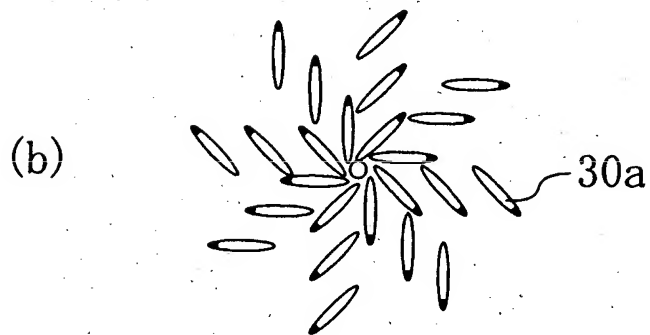
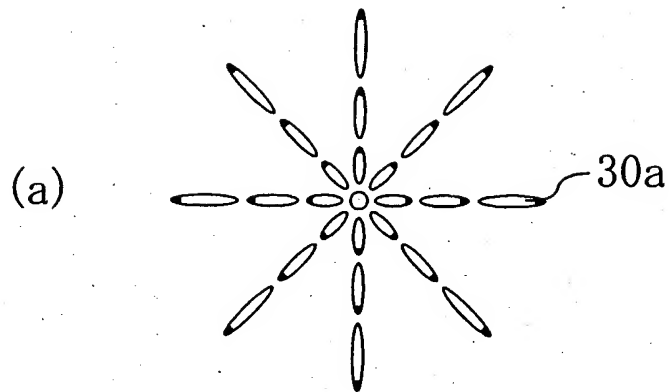
(b)



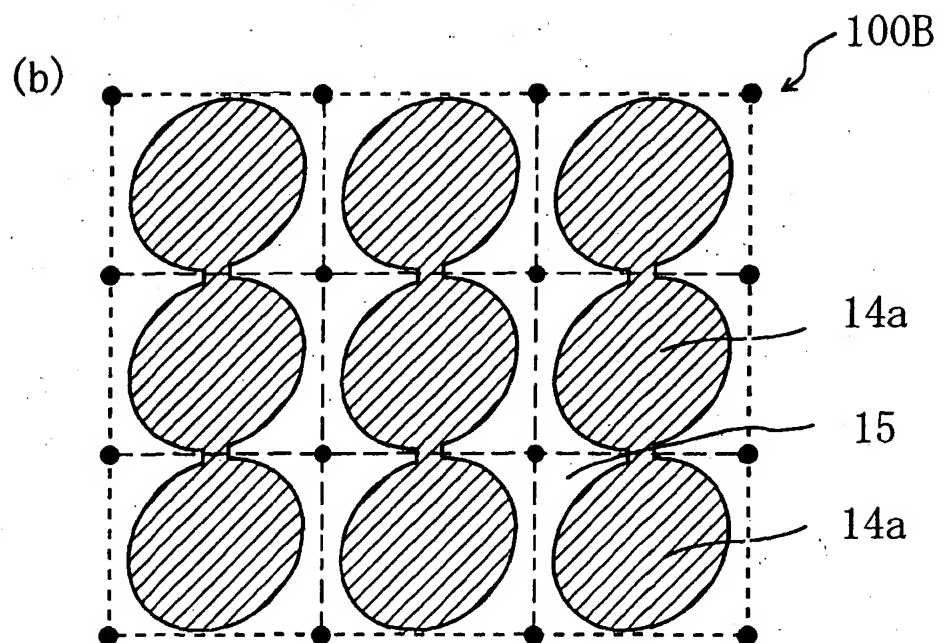
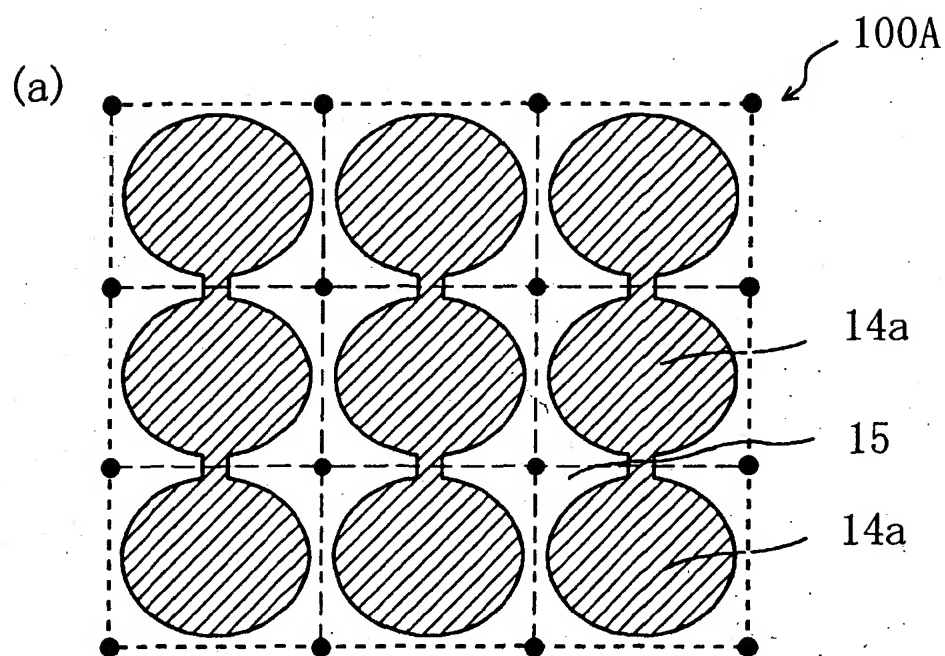
(c)



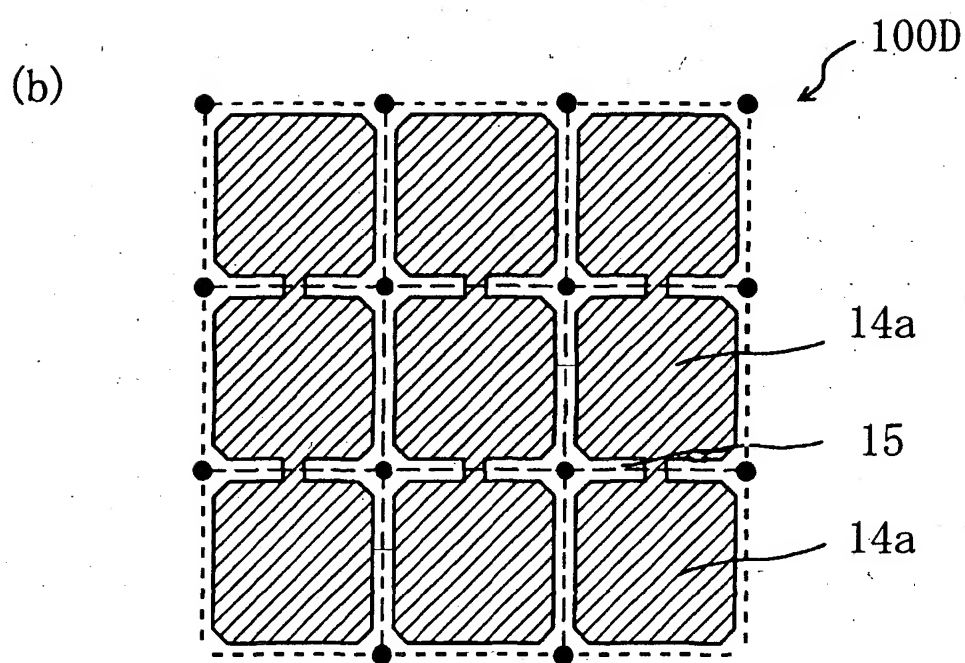
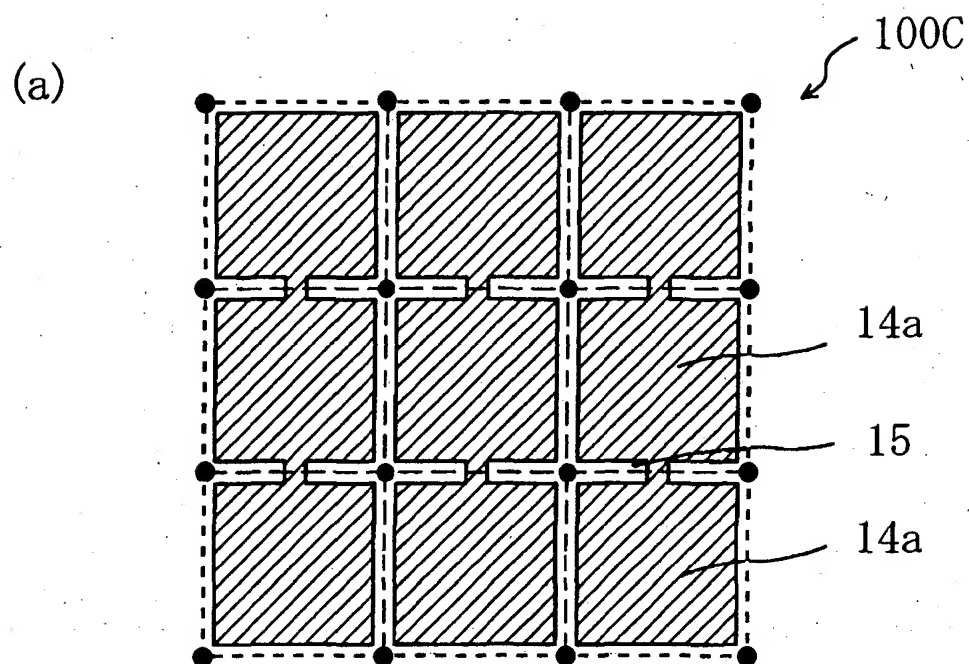
【图 6】



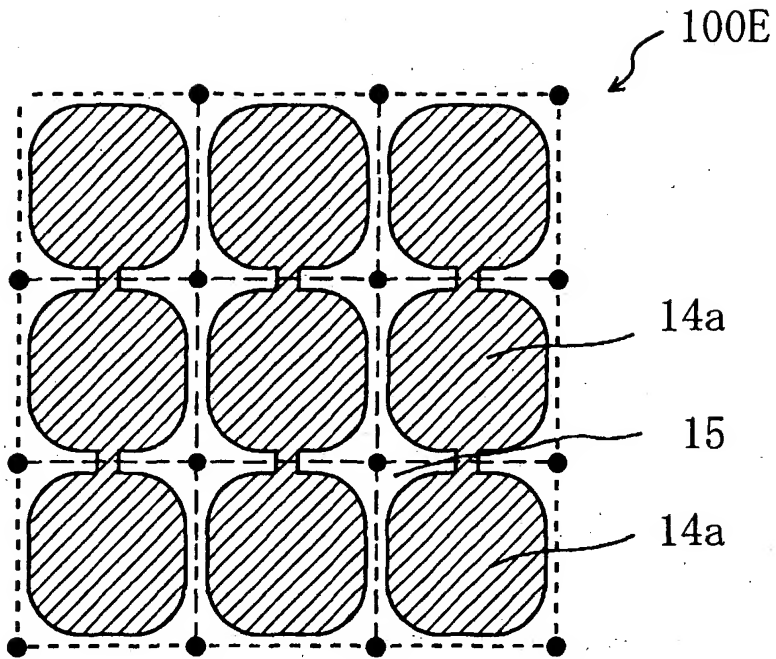
【図7】



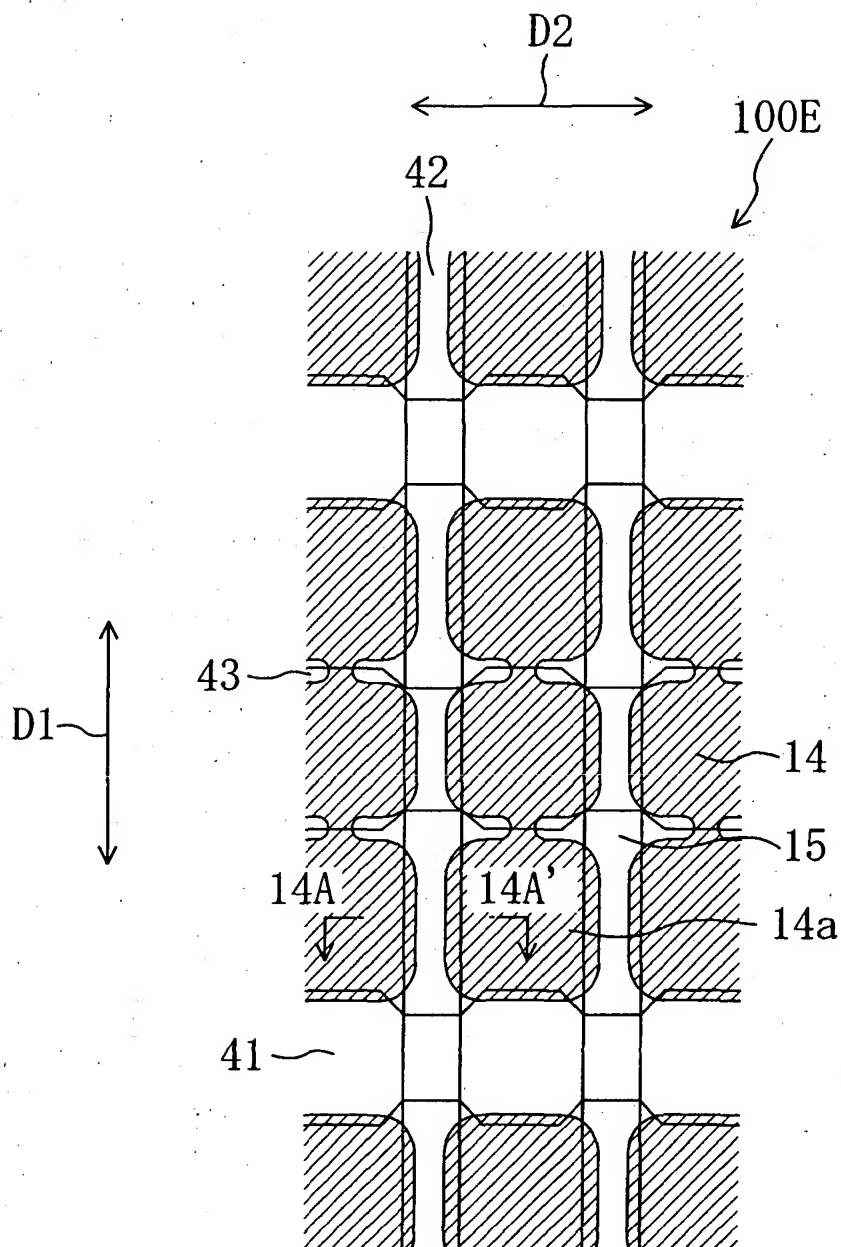
【图 8】



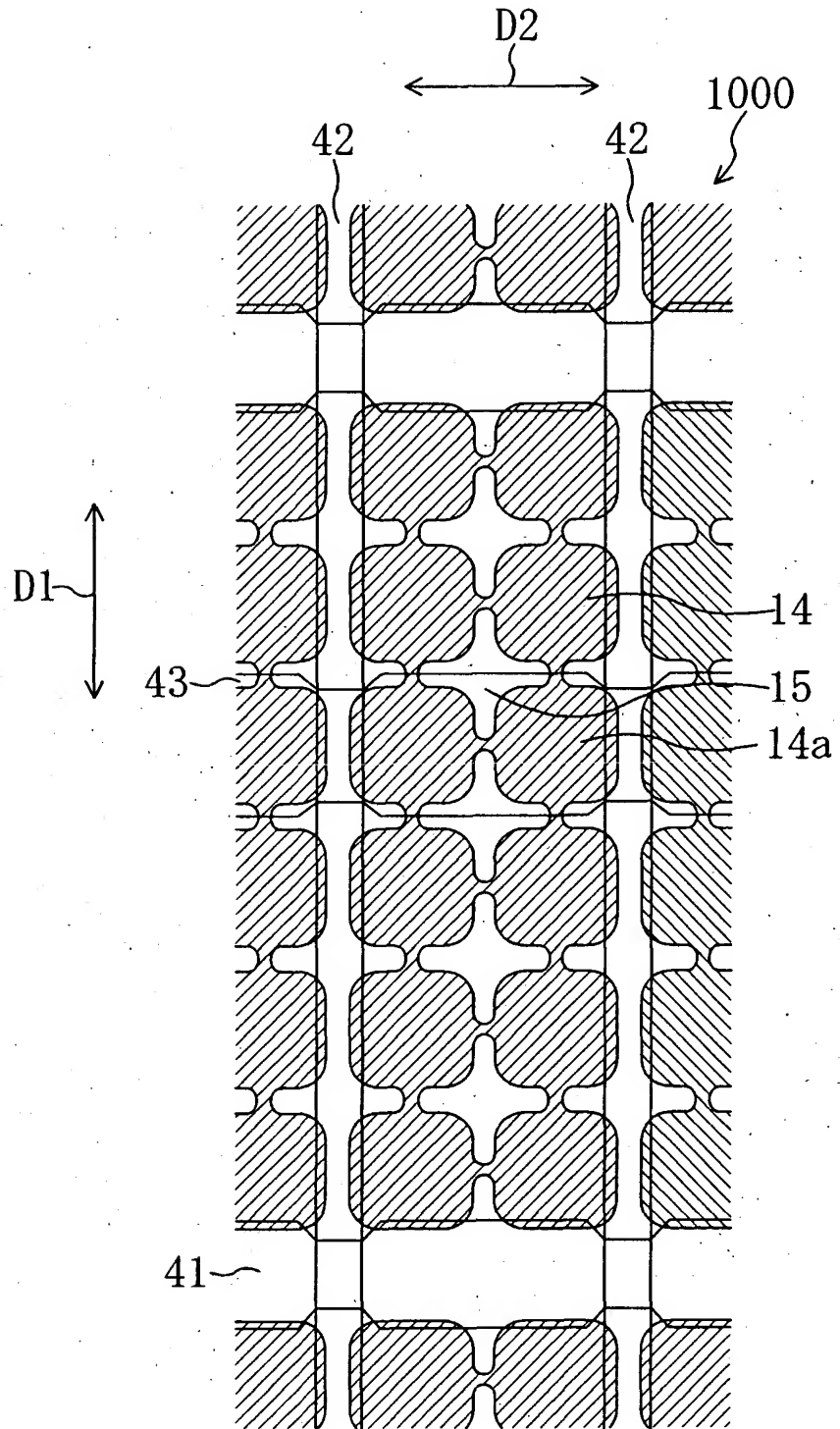
【図 9】



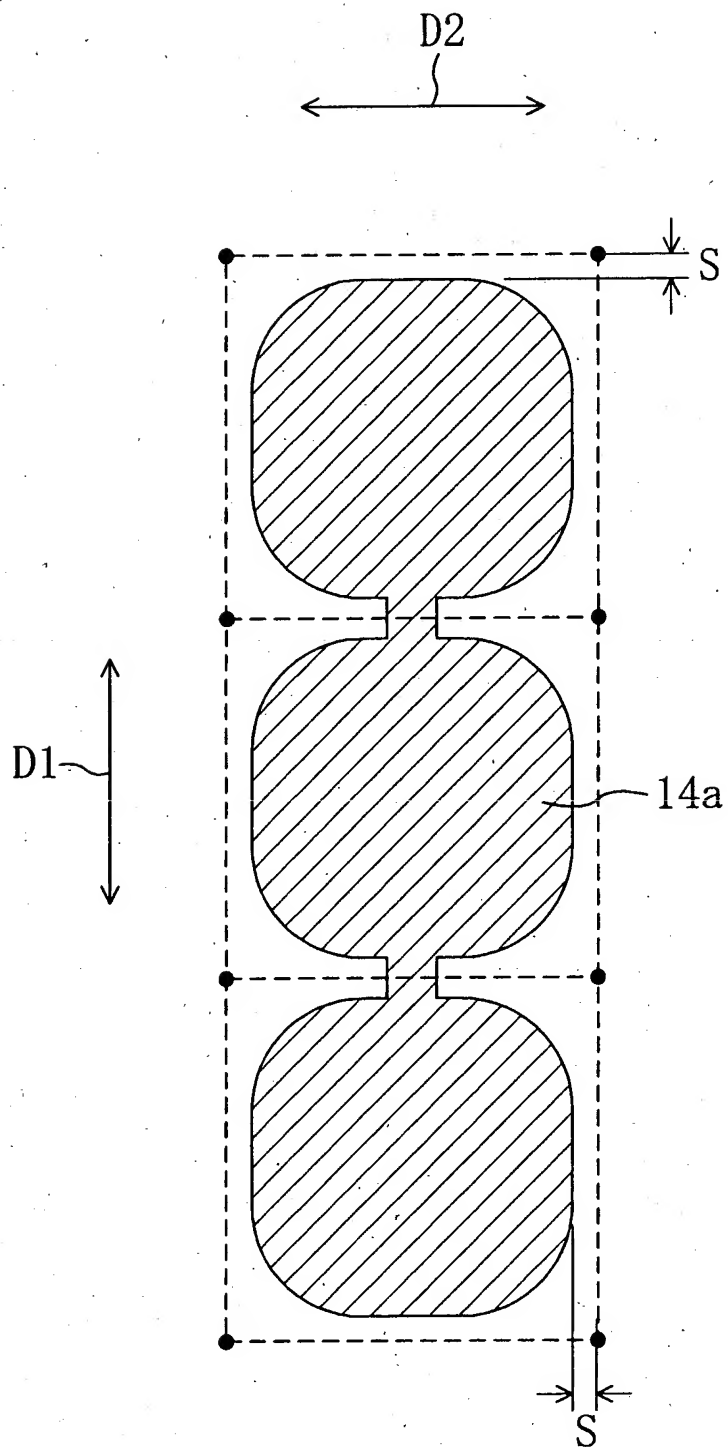
【図 1 0】



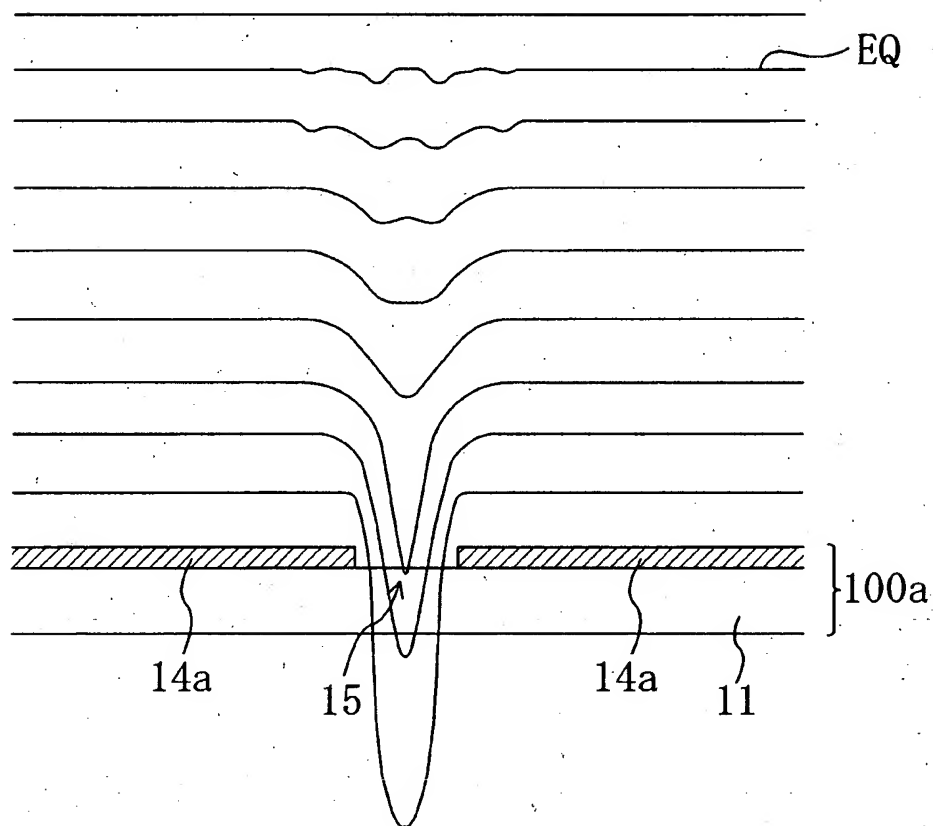
【図11】



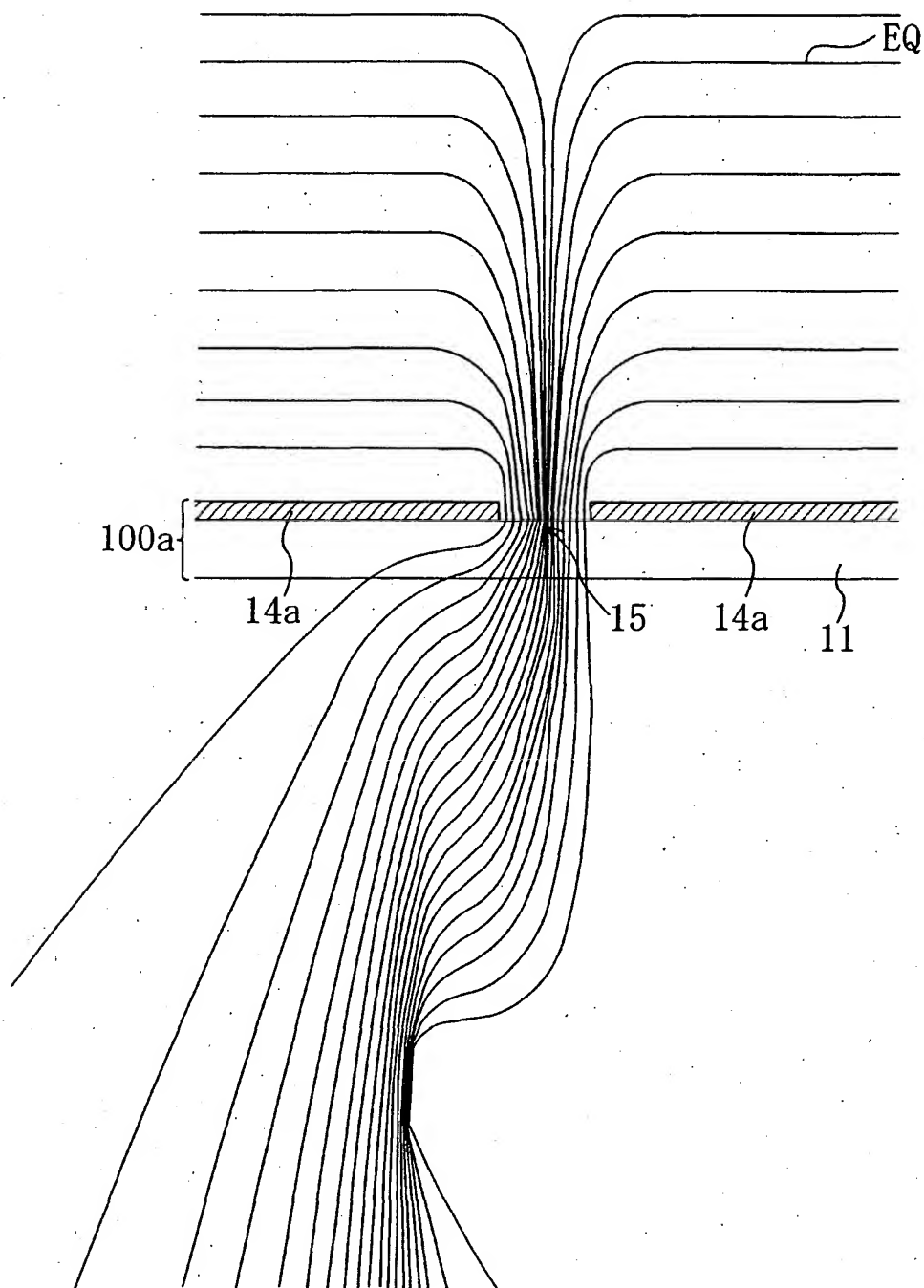
【図 12】



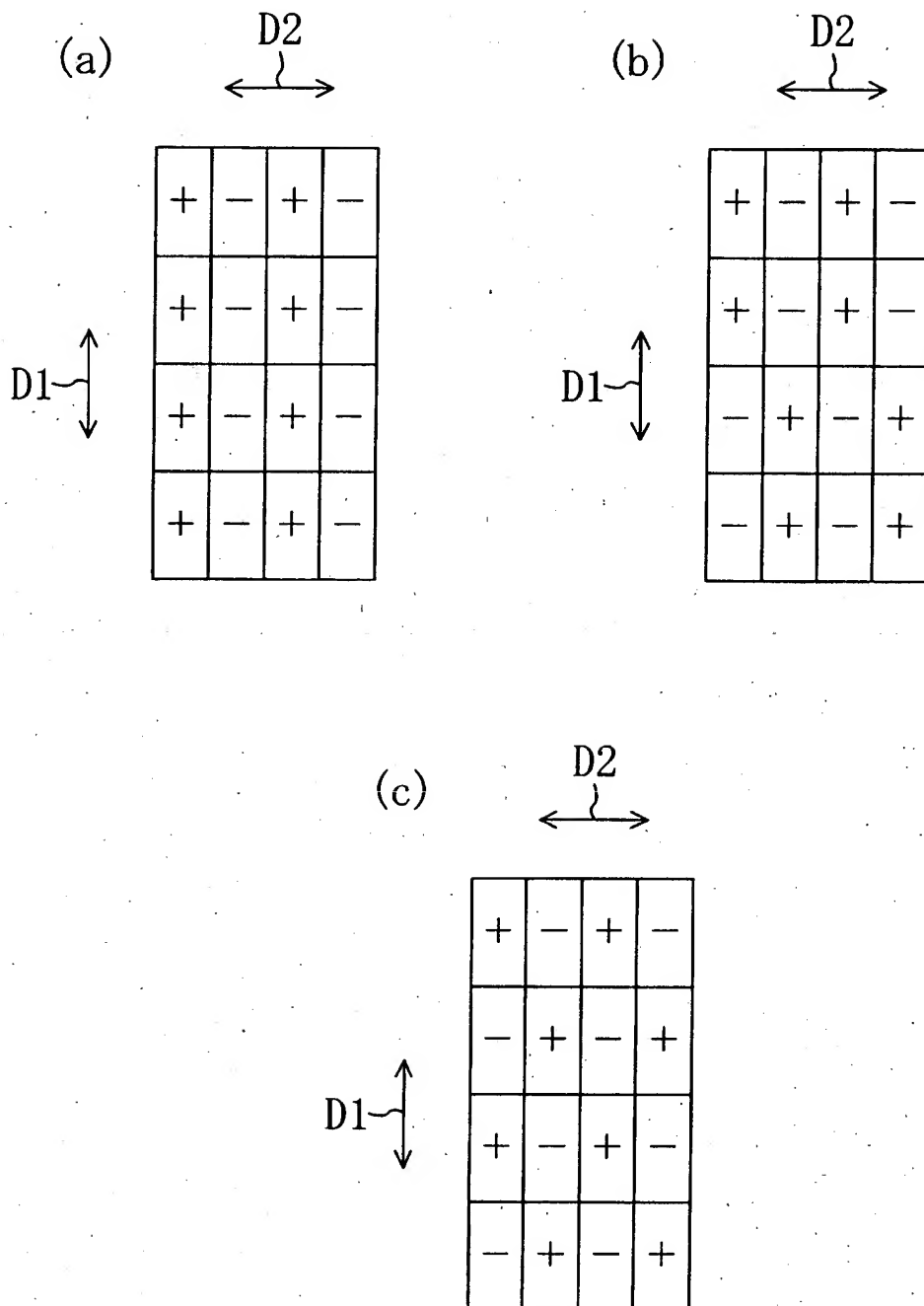
【図13A】



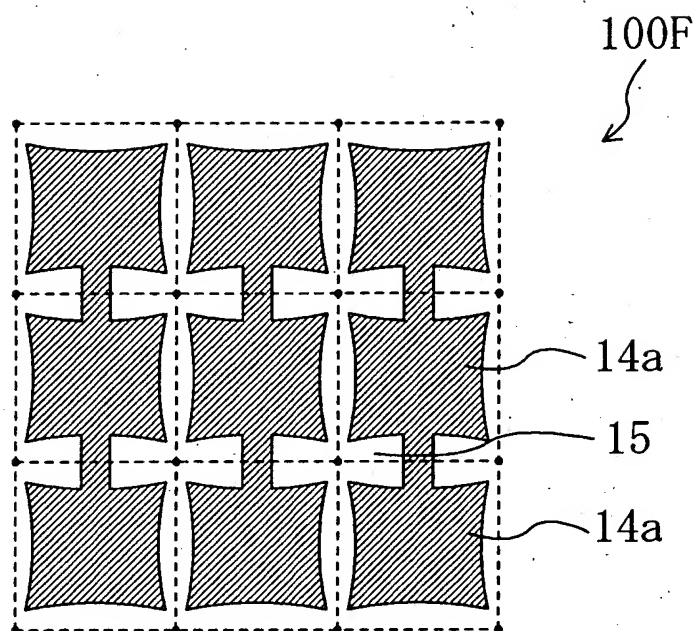
【図13B】



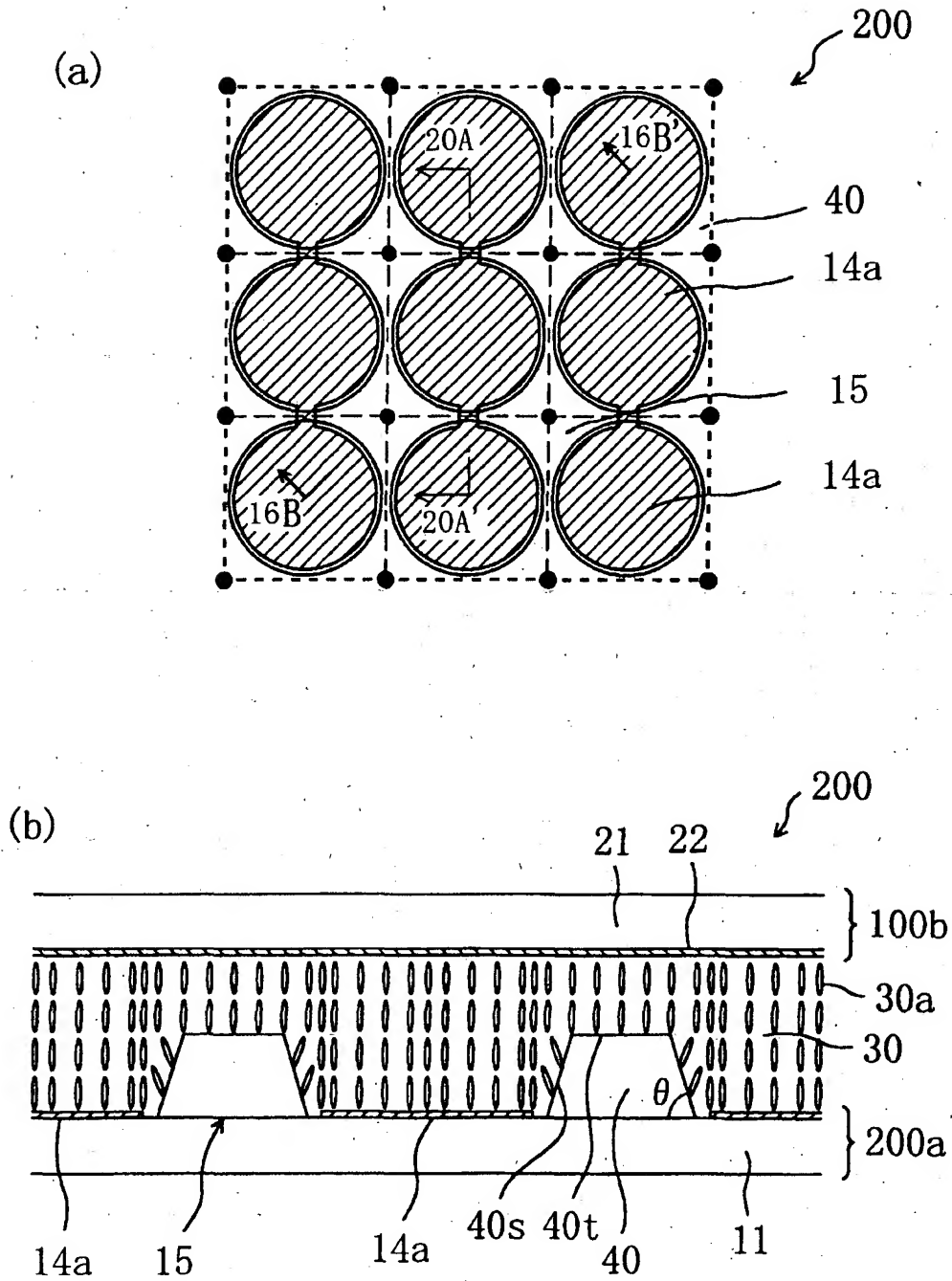
【図.1 4】



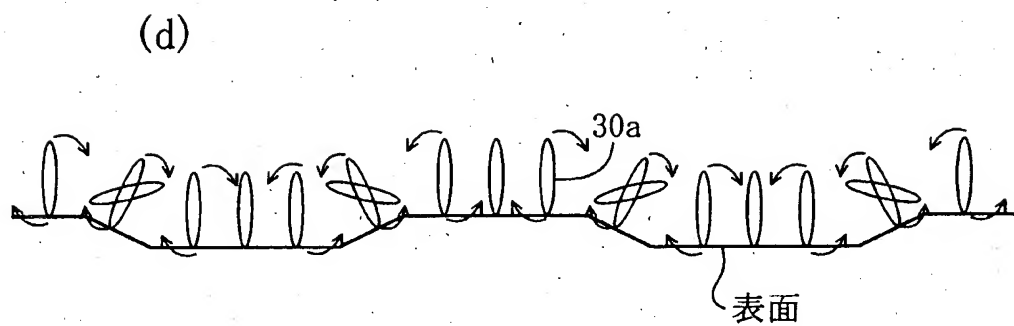
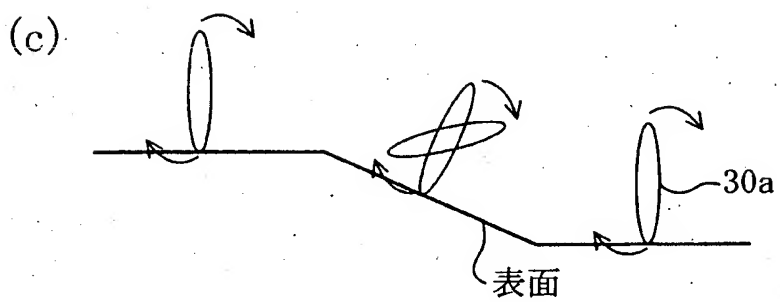
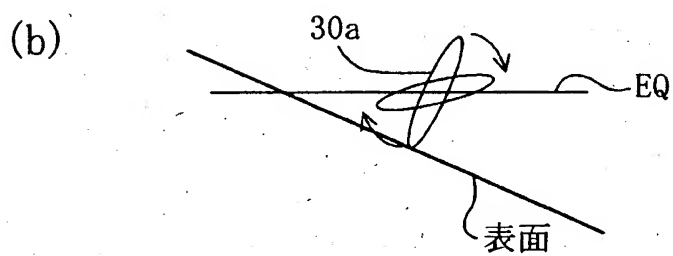
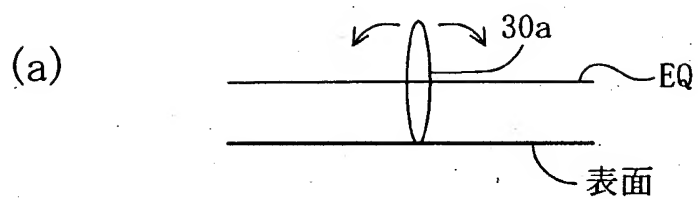
【図15】



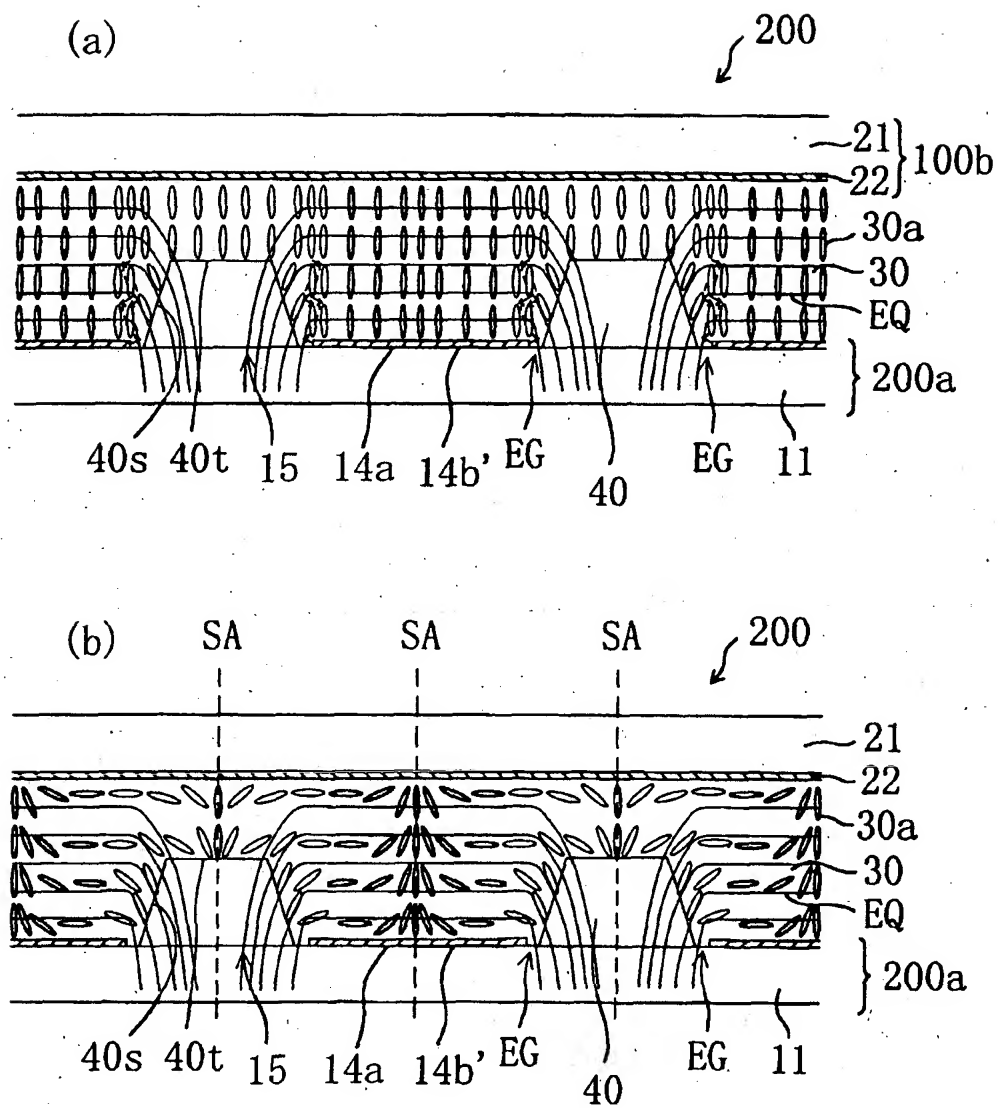
【図16】



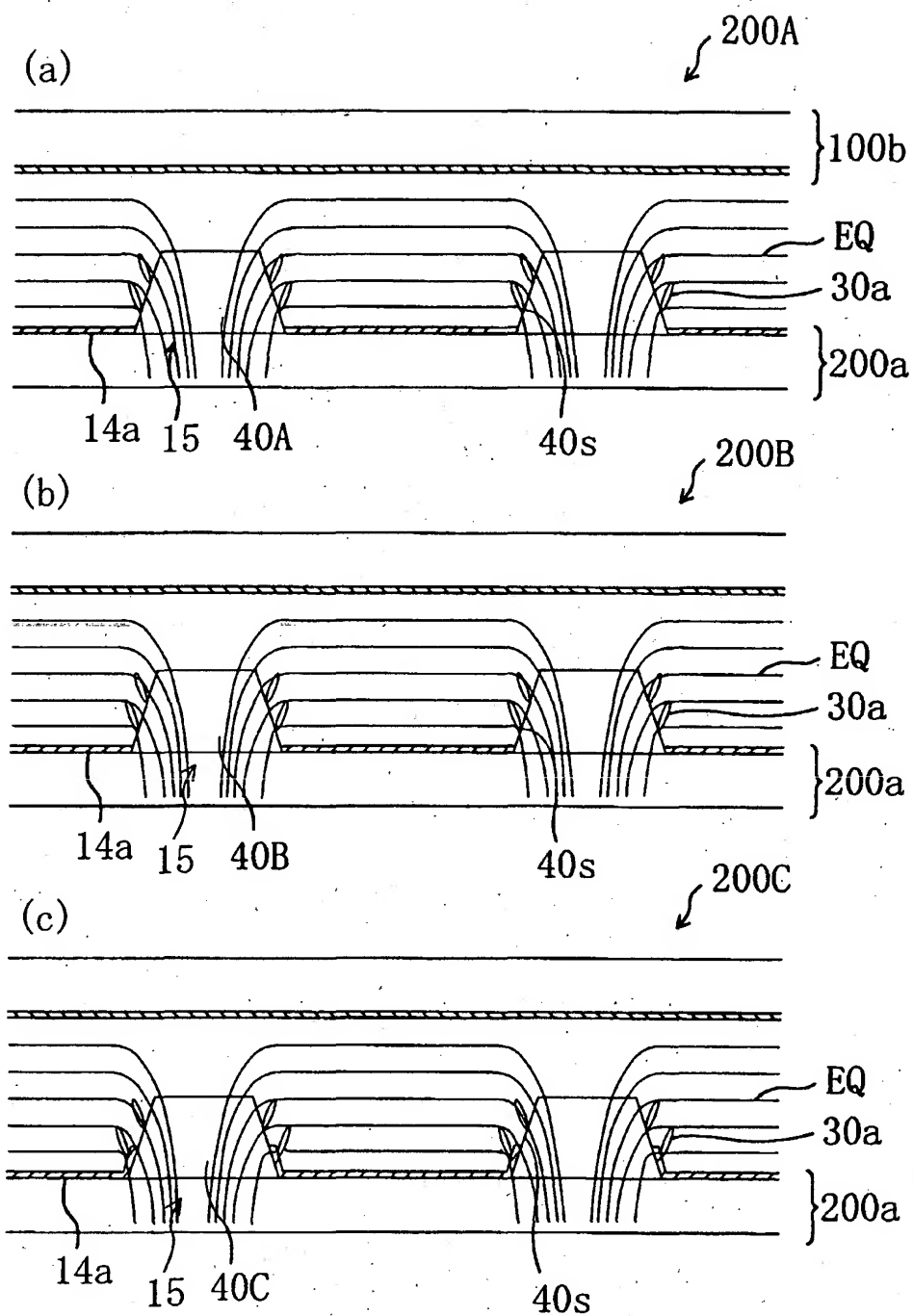
【图 17】



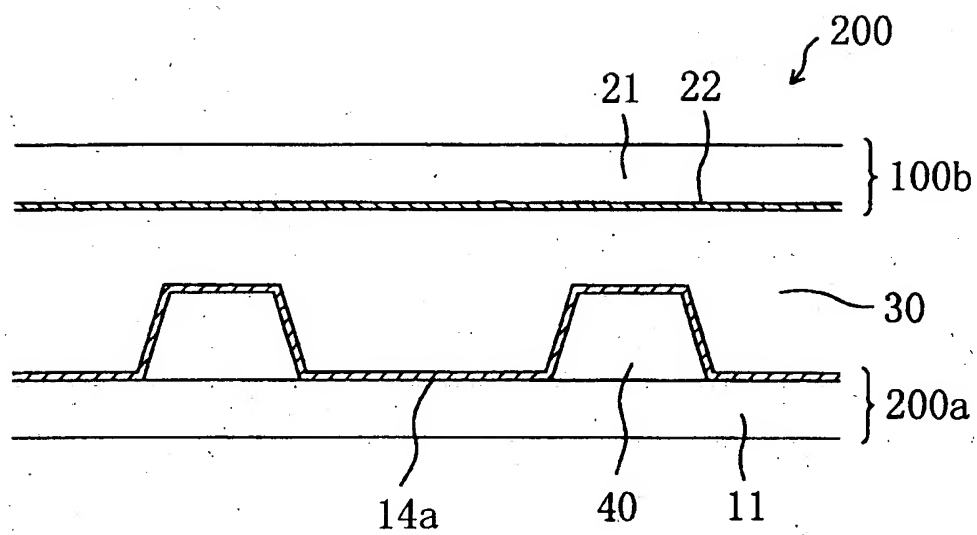
【図18】



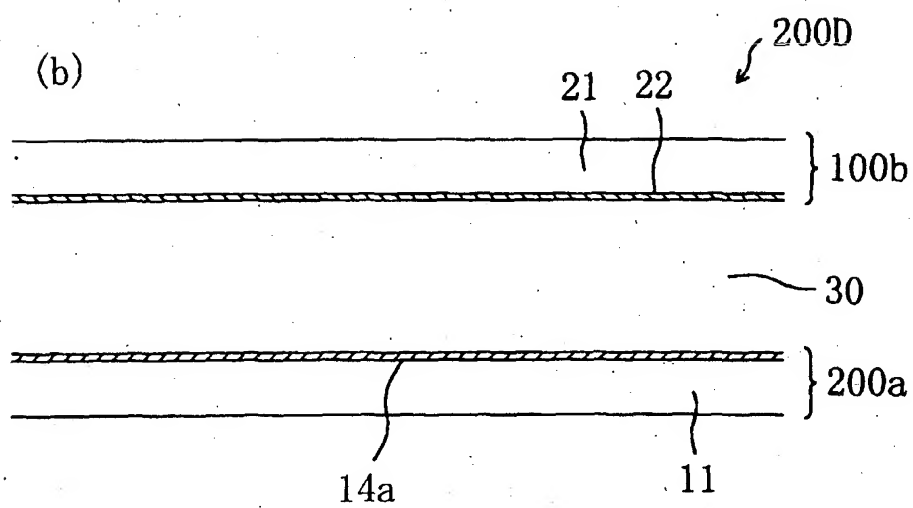
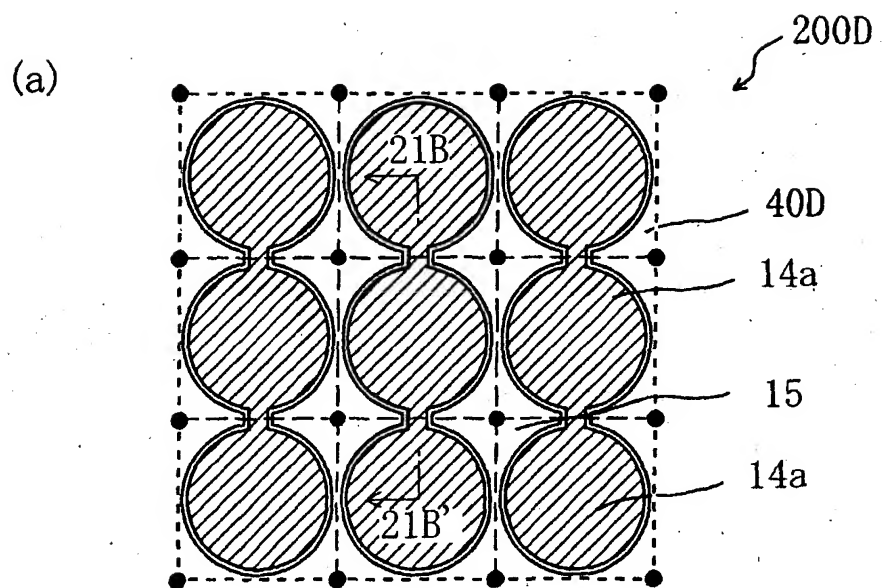
【図19】



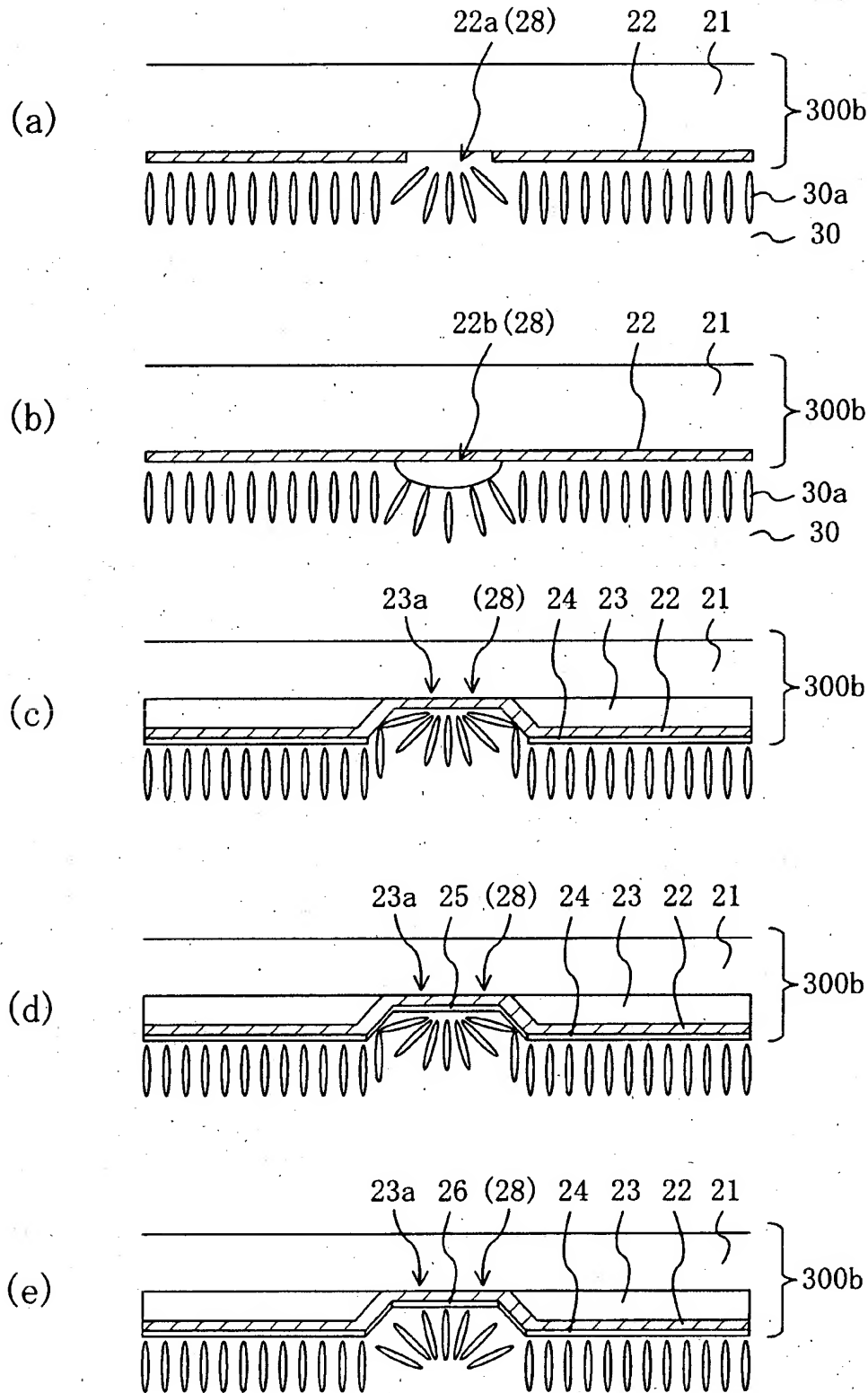
【図 20】



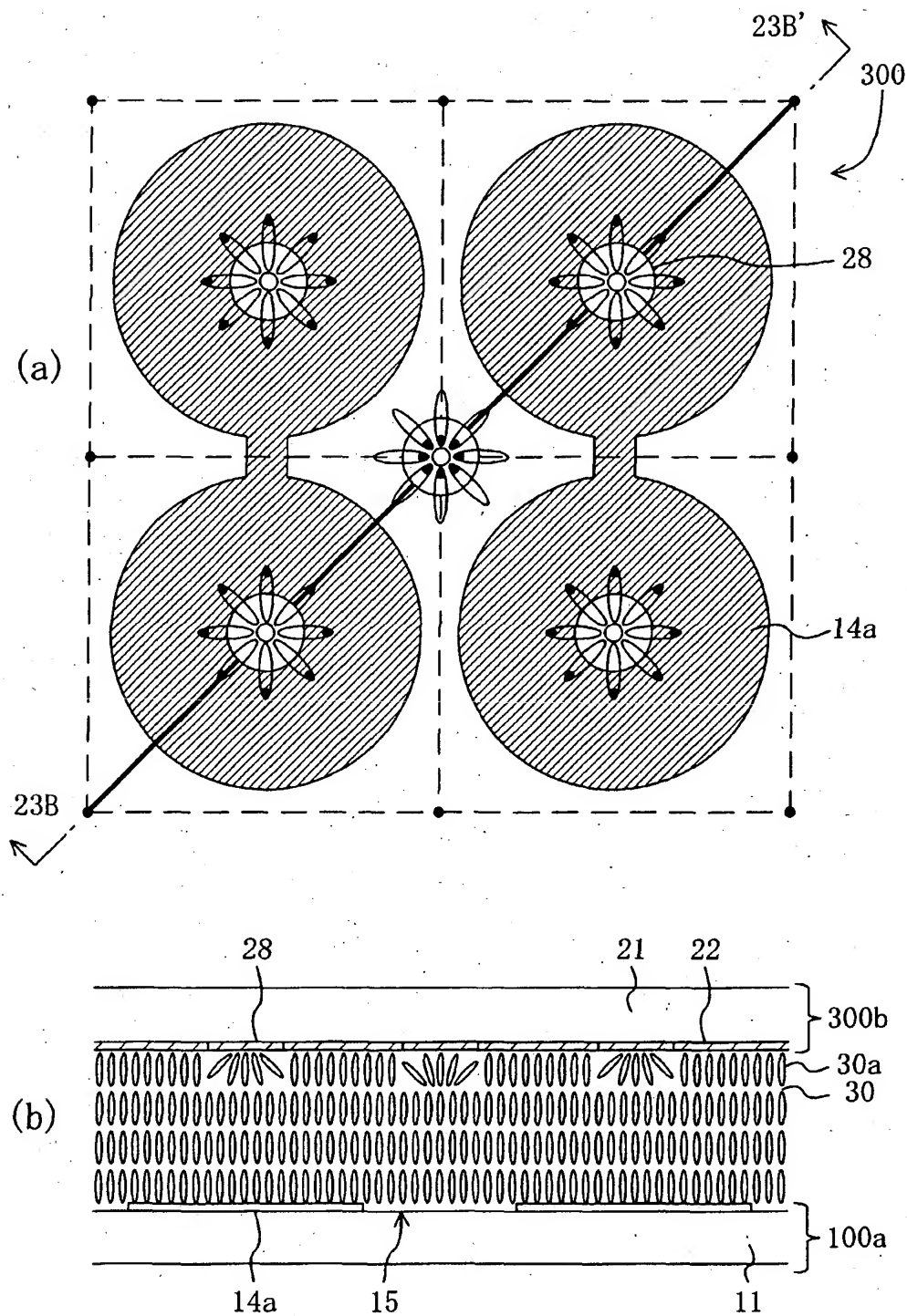
【図 21】



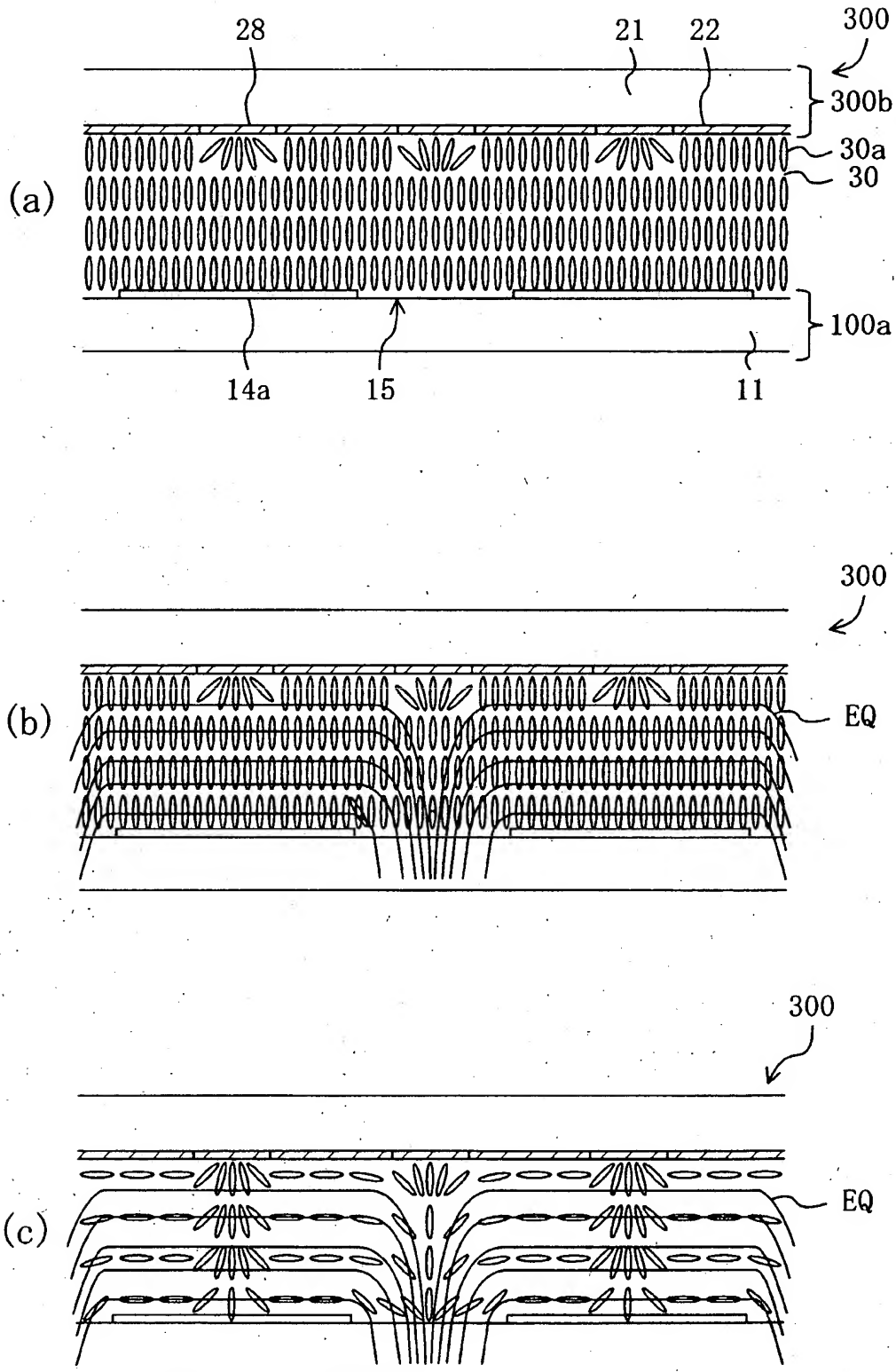
【图 2 2】



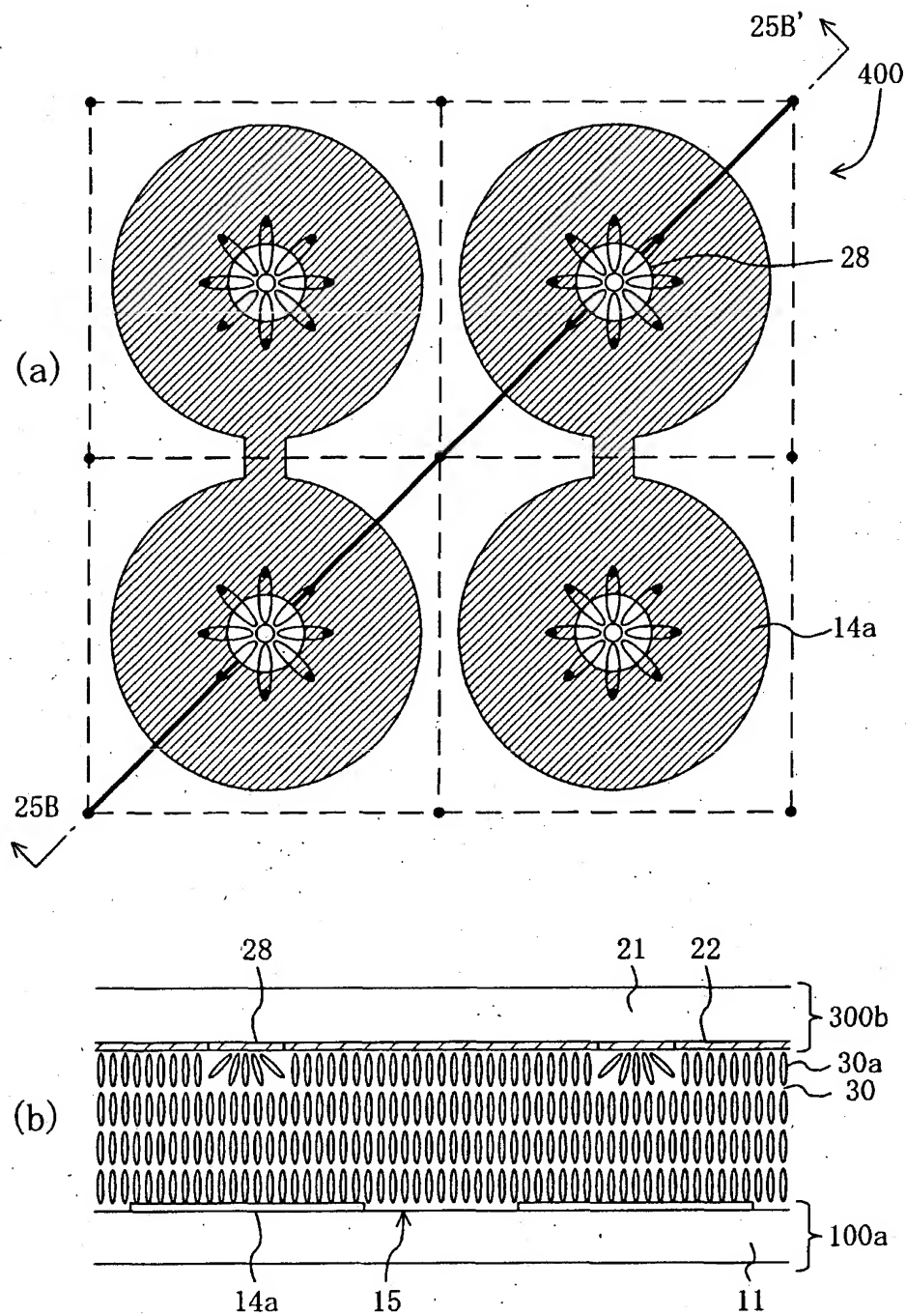
【図23】



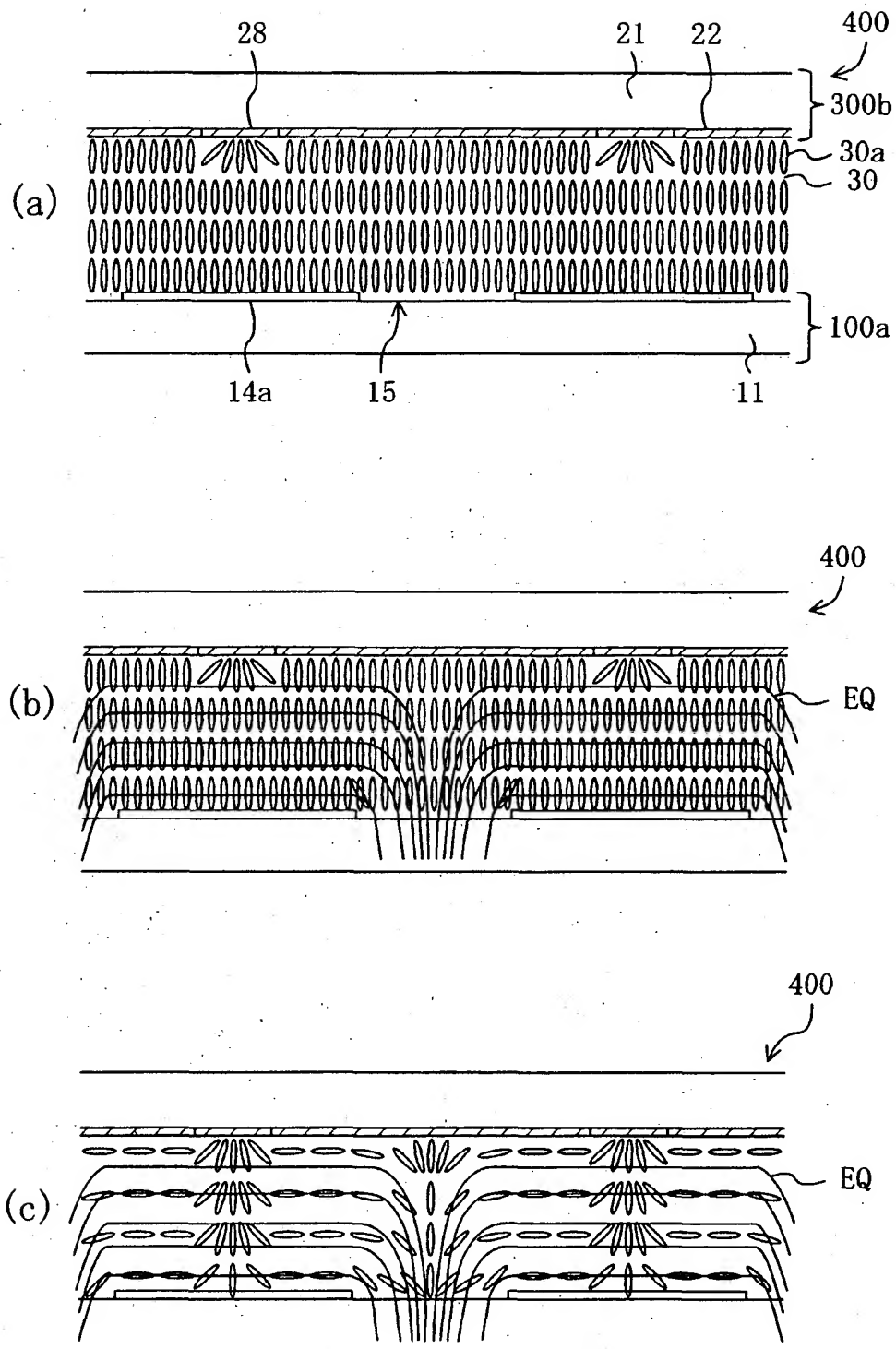
【図24】



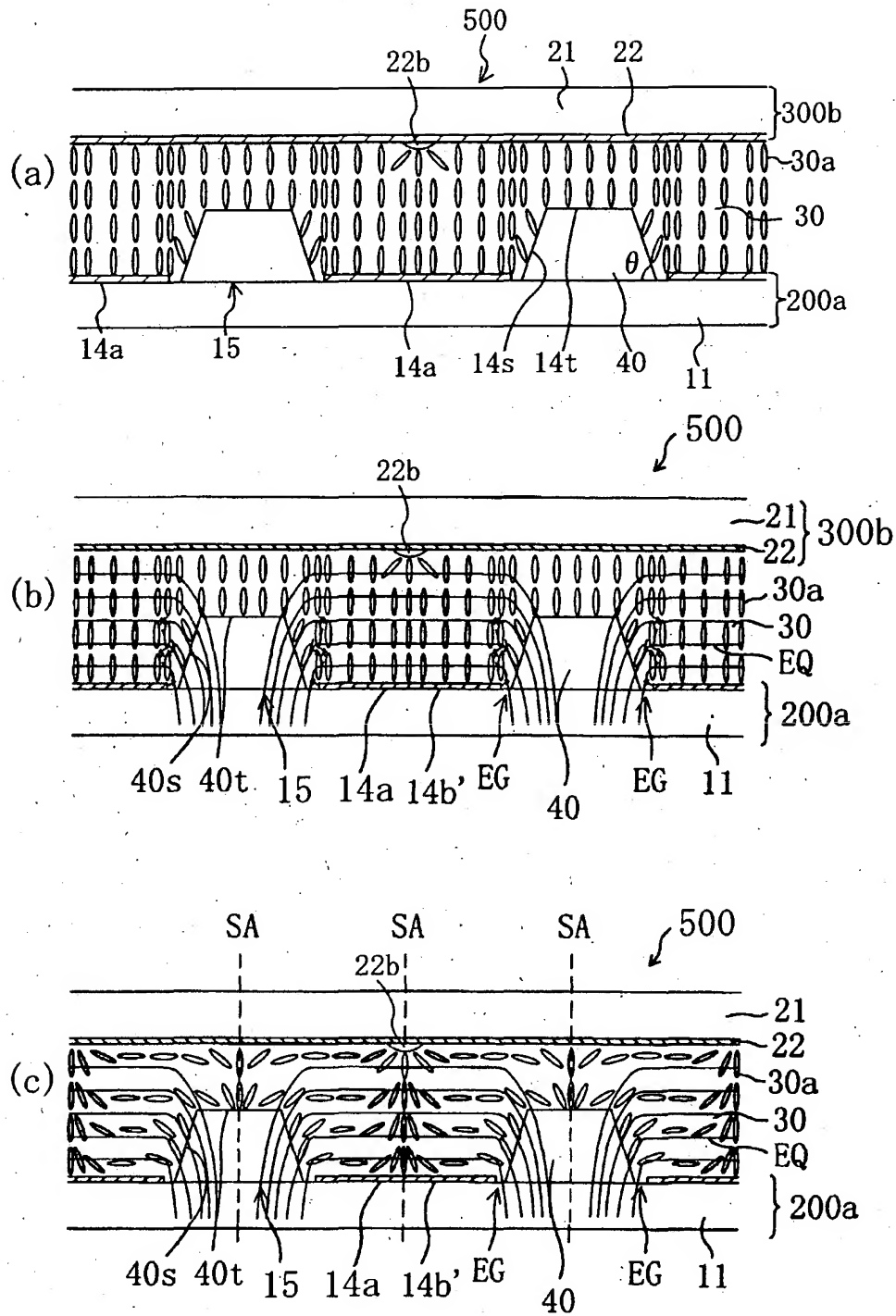
【図 25】



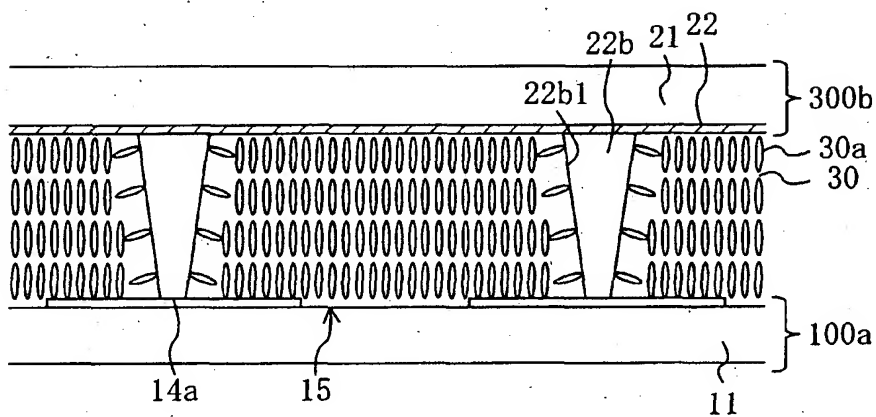
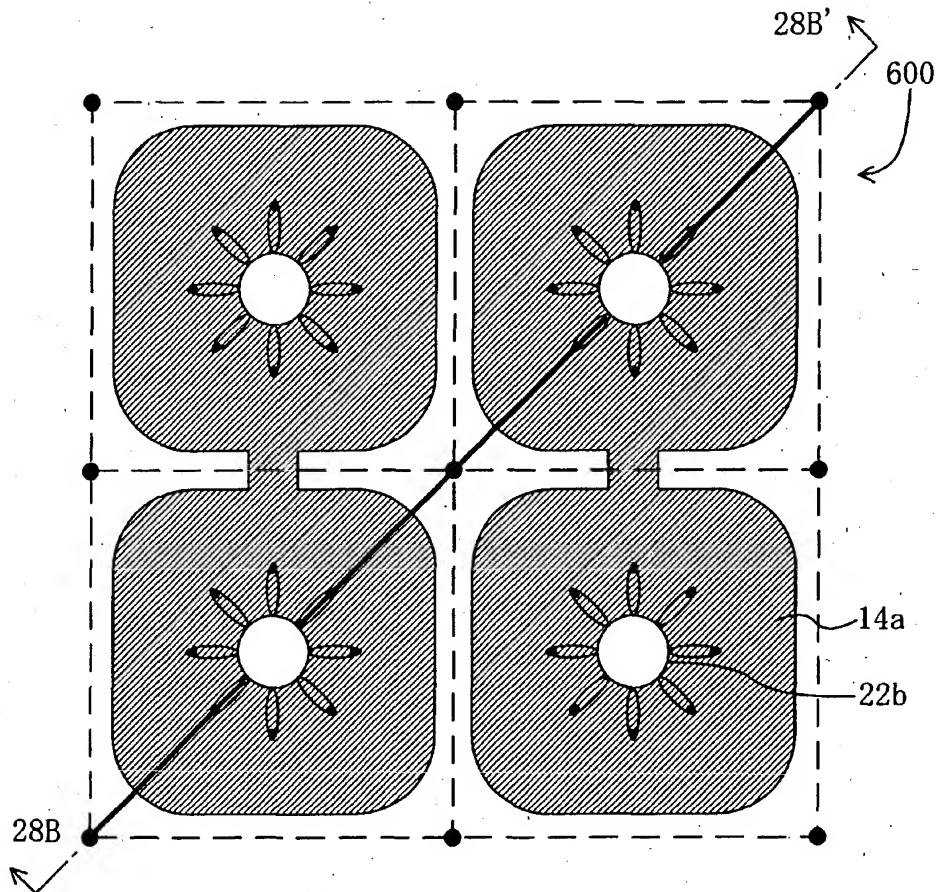
【図 2 6】



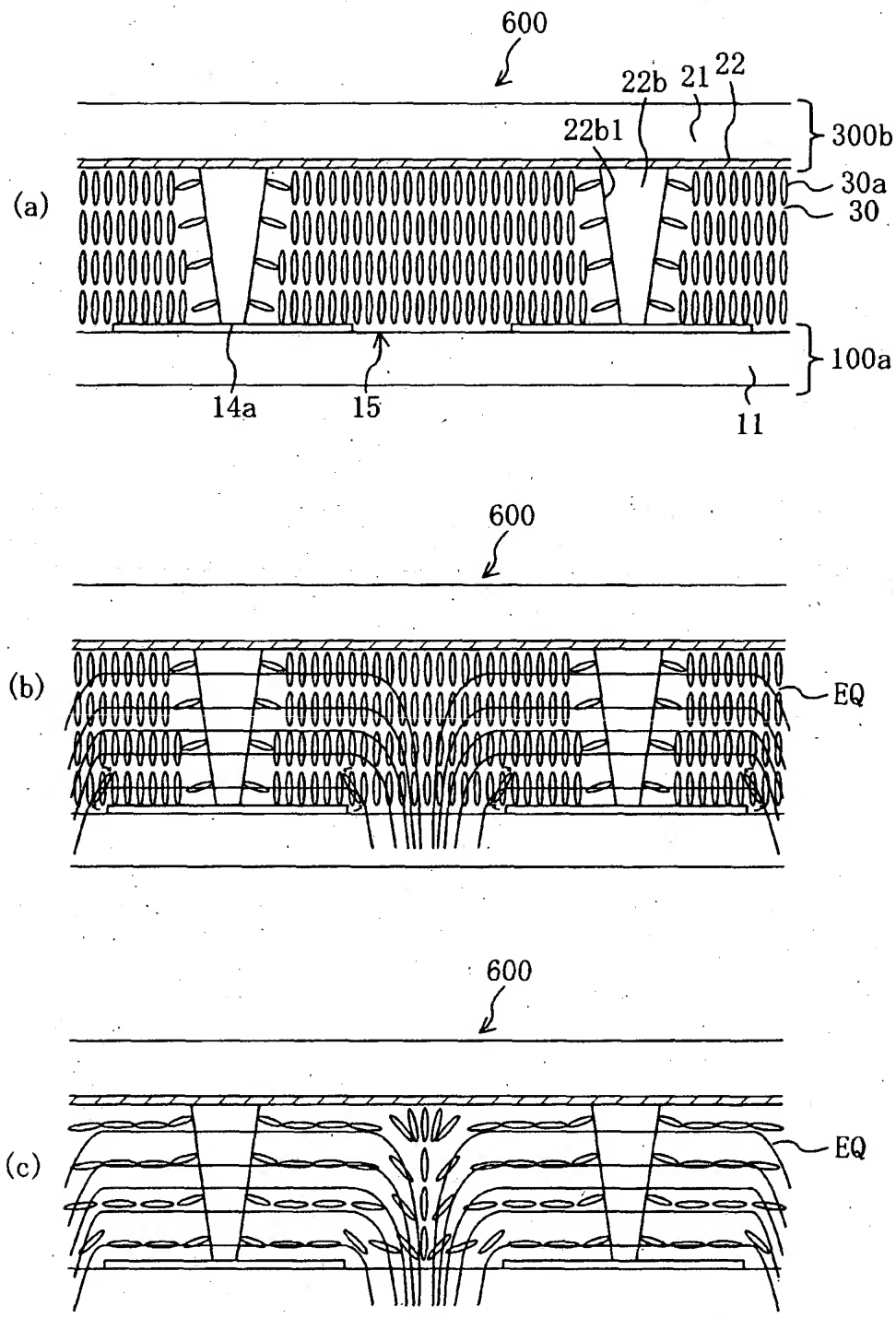
【図 27】



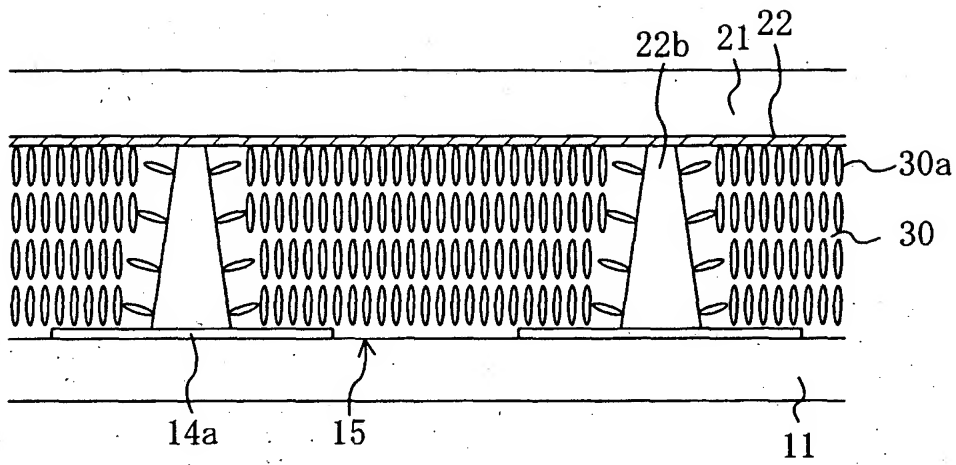
【図28】



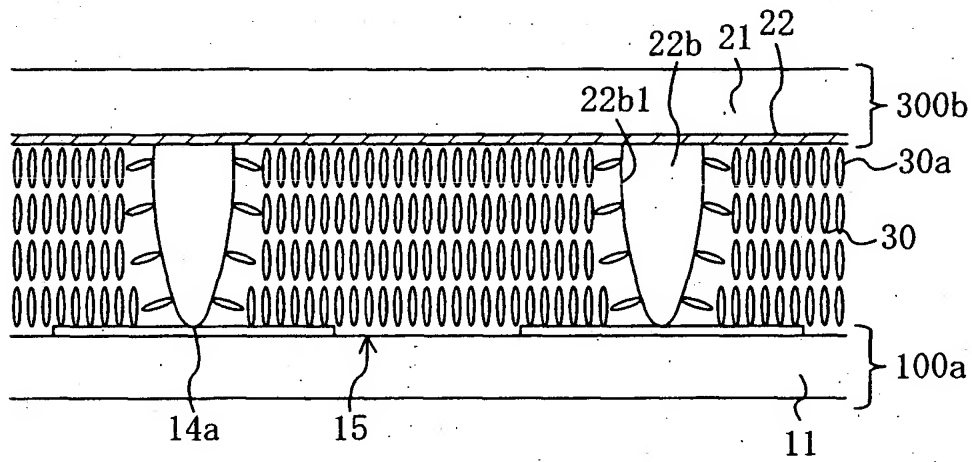
【図 2 9】



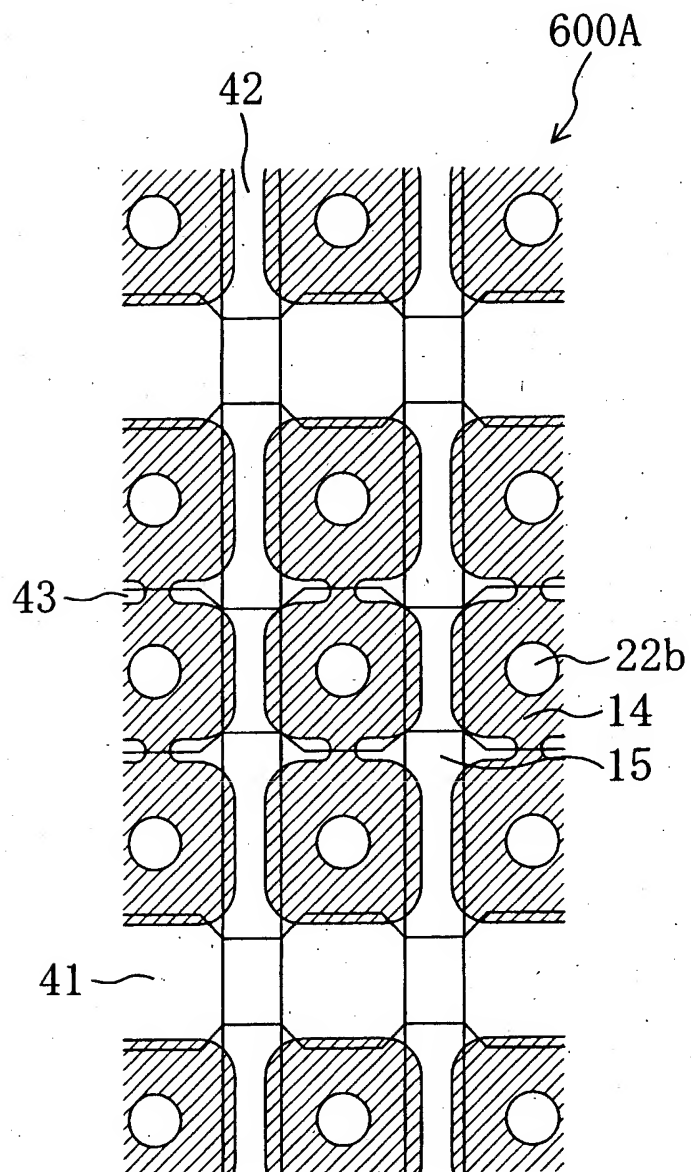
【図30】



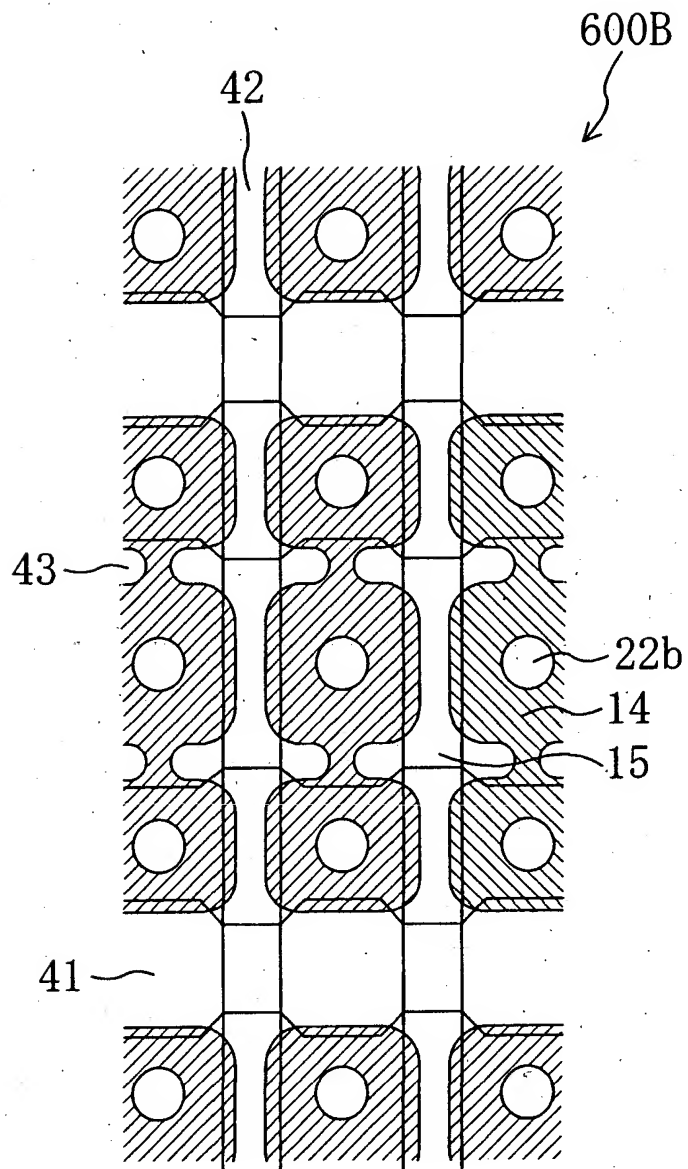
【図31】



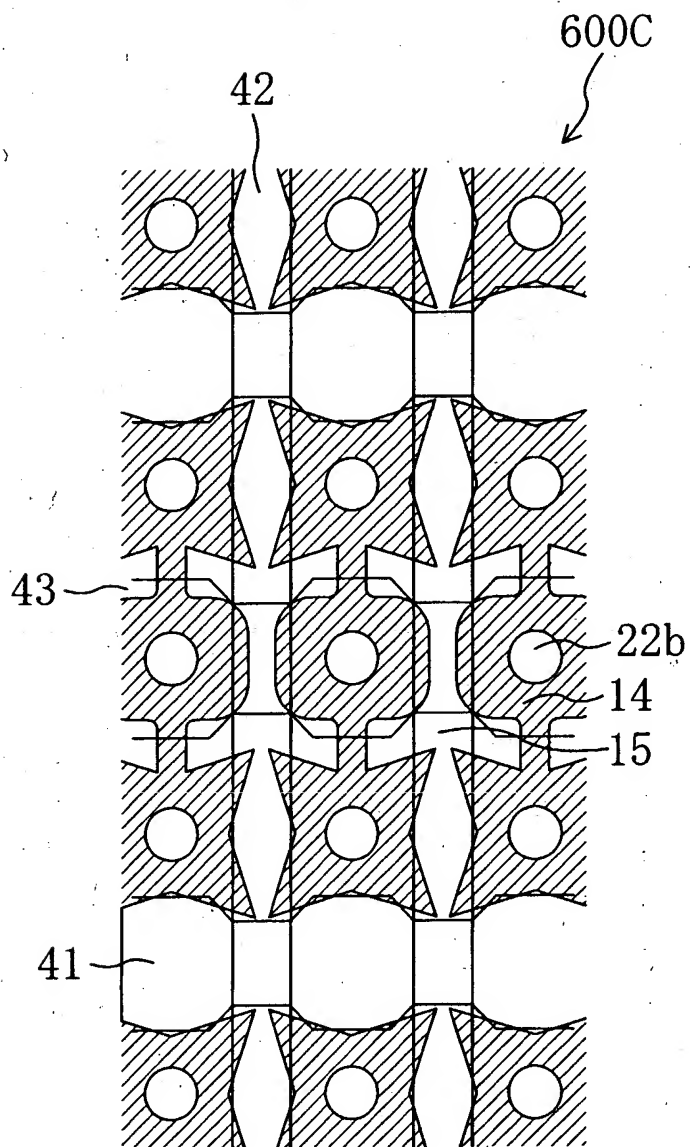
【図 3 2】



【図33】



【図34】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 第1基板の液晶層側に設けられた第1電極と、第2基板に設けられ第1電極に液晶層を介して対向する第2電極とによってそれぞれが規定される複数の絵素領域を有する液晶表示装置である。各絵素領域において、第1電極は、第1方向に沿って配置された複数の単位中実部を有し、液晶層は、電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、電圧が印加されたときに、単位中実部の周辺に生成される斜め電界によって、単位中実部に放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する。複数の絵素領域は、第1方向とは異なる第2方向に沿った複数の行および第1方向に沿った複数の列からなるマトリクス状に配列されており、1フレーム内で、第2方向に沿って隣接した絵素が反転駆動される。

【選択図】 図1

特2002-183427

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社